CIA. EDITORIAL CONTINENTAL, S. A.
MEXICO
THE BROLET PRESS-NEW YORK

electrónica básica

$ 30

POR VAN VALKENBURGH,
NOOGER & NEVILLE, INC.

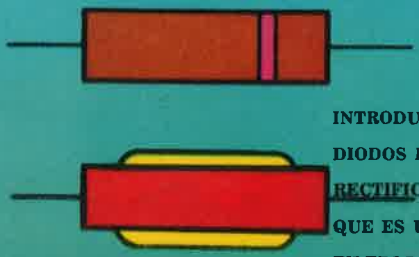
(EN 6 VOLUMENES)

6a Impresión

1

CON UN JUEGO DE PREGUNTAS PROGRAMADAS PARA AUTOPUNTUACION Y REPASO (TRAINER-TESTER)

un curso
ilustrado
radicalmente
nuevo



INTRODUCCION A LA ELECTRONICA
DIODOS DE VACIO
RECTIFICADORES MECANICOS SECOS
QUE ES UNA FUENTE DE ALIMENTACION
FILTROS
REGULADORES DE TENSION

C. E. C. S. A.

POR VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE, INC.
1 ELECTRONICA BASICA
CECSA

Electrónica Básica

por VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE, INC.

TRADUCCION DEL

ING. JAIME LAFULLA

REVISO

ING. HUMBERTO ANCHONDO F.

Profesor de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Instituto Politécnico Nacional

México, D. F.

Vol. 1º

COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S. A., MEXICO

DISTRIBUIDORES:

ESPAÑA–ARGENTINA–CHILE–VENEZUELA–COLOMBIA

Bolivia — Brasil — Costa Rica — Dominicana — Ecuador — El Salvador
Estados Unidos — Guatemala — Honduras — Nicaragua — Panamá — Paraguay
Perú — Portugal — Puerto Rico — Uruguay

Título de la versión inglesa impresa en los Estados Unidos de Norteamérica:

BASIC ELECTRONICS

Copyright © 1955 por
VAN VALKENBURGH, NOOGER AND NEVILLE, INC.
NEW YORK, U.S.A.

Tarjeta de catálogo en la Biblioteca del
Congreso de los Estados Unidos No. 55-6984

Todos los derechos reservados

Primera Edición Norteamericana, 1955; Primera Edición Argentina, 1958; Primera Edición Inglesa, 1959; Primera Edición Holandesa, 1959; Primera Edición Brasileña, 1959; Primera Edición Francesa, 1963; Primera Edición Portuguesa, 1967

Primera edición mexicana: diciembre de 1960

Impresiones de la primera edición mexicana:
julio de 1961; enero de 1962; agosto de 1964; mayo de 1965; abril de 1966; enero de 1967; enero de 1968; noviembre de 1968; julio de 1969; noviembre de 1969; julio de 1971; agosto de 1971

Copyright © 1960 por
VAN VALKENBURGH, NOOGER AND NEVILLE, INC.
NEW YORK, U.S.A.

Primera edición mexicana revisada y aumentada, con suplemento de autopuntuación y respuestas: 1972

Impresiones: 1973; 1975; 1976; 1977

**Sexta impresión:
octubre de 1977**

Copyright © 1972 por
VAN VALKENBURGH, NOOGER AND NEVILLE, INC.
NEW YORK, U.S.A.

Todos los derechos de este libro están reservados de acuerdo con las Convenciones Internacional y Panamericana. No puede usarse ni reproducirse, bajo ningún concepto, parte alguna del mismo, salvo autorización escrita de propietario del copyright

Las palabras TRAINER-TEXTER, COMMON-CORE, y el diseño que acompaña a esta última, son marcas registradas de exclusiva propiedad de

VAN VALKENBURGH, NOOGER AND NEVILLE, INC.
NEW YORK, U.S.A.

Derechos Reservados © en Lengua Española–1972, Primera Publicación

COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S. A.
CALZ. DE TLALPAN NÚM. 4620, MÉXICO 22, D. F.

MIEMBRO DE LA CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA EDITORIAL
Registro Núm. 43

DISTRIBUIDORES PRINCIPALES EN:

AV. REP. ARGENTINA NÚM. 168, BARCELONA 6, ESPAÑA
SOLÍS NÚM. 1262, BUENOS AIRES, ARGENTINA
AMUNÁTEGUI NÚM. 458, SANTIAGO DE CHILE, CHILE
CRUZ VERDE A VELÁZQUEZ, EDIFICIO CENTRO CRUZ VERDE
LOCAL 12, CARACAS, VENEZUELA
CALLE DEL CHORRO DE EGIPTO (ONCE) NÚM. 2-56,
BOGOTÁ, COLOMBIA

IMPRESO EN MEXICO PRINTED IN MEXICO

PREFACIO

En los seis volúmenes de que consta la serie ELECTRONICA BASICA se ha aplicado un nuevo método de educación visual para aprender por medio de la imagen. En cada página se desarrolla una idea completa con su interpretación gráfica correspondiente, ambas expresadas con la mayor claridad posible.

El original de estos cursos fue desarrollado, a solicitud de la Armada de los Estados Unidos, por una firma neoyorquina de asesores en educación técnica y, por su gran valor didáctico, pronto se convirtieron estos cursos en texto estándar para este cuerpo y en muchas instituciones de educación técnica vocacional en todo el mundo.

En la presente edición de esta serie, se ha agregado un nuevo método de prueba individualizado. Lo anterior es en forma de un juego en el que se aprende, el cual incorpora la TARJETA DE RESPUESTAS TRAINER-TESTER y el sistema de AUTOPUNTUACION.

La incorporación de esta idea, de que el aprendizaje puede ser divertido, ha elevado el potencial educativo de la serie debido a la posibilidad de establecer competencia entre jugadores individuales (estudiantes) y entre clases, con el fin de aumentar el interés por lograr mejores puntuaciones... y mejores puntuaciones significa mejor aprendizaje.

Busque en la Pág. 3 del suplemento de autopuntuación, la forma de convertir el aprendizaje de la electricidad y de la electrónica en un juego útil e interesante para lograr el dominio de estos temas.

ÍNDICE DE MATERIAS

Vol. 1º – Electrónica Básica

	Página
Introducción a la electrónica	7
Qué es una fuente de alimentación	17
Rectificadores de media onda – tipo metálico seco	27
Rectificadores de media onda — de tubo al vacío	33
Rectificadores de media onda — con transformador	49
El circuito rectificador de onda completa	55
Circuitos de filtro	62
Circuitos reguladores de tensión	91
Otros sistemas de fuentes de alimentación	102
Características de los diodos de vacío	119
Fuentes de alimentación	123

Introducción a la ELECTRONICA

Lo que usted va a hacer ahora

Usted posee ya sólidos fundamentos en el campo de la electricidad. Usted sabe cómo se genera la electricidad, cómo circula una corriente de electrones a través de un circuito, la naturaleza y usos del magnetismo, la utilización correcta y cuidados de los instrumentos de medida, las características de la corriente continua y de la corriente alterna y el modo como trabajan algunas clases de motores eléctricos y otros equipos.

Ahora ya tiene todos los conocimientos fundamentales que necesita para empezar el estudio de un nuevo y fascinador asunto: la electrónica.

ELECTRICIDAD BASICA

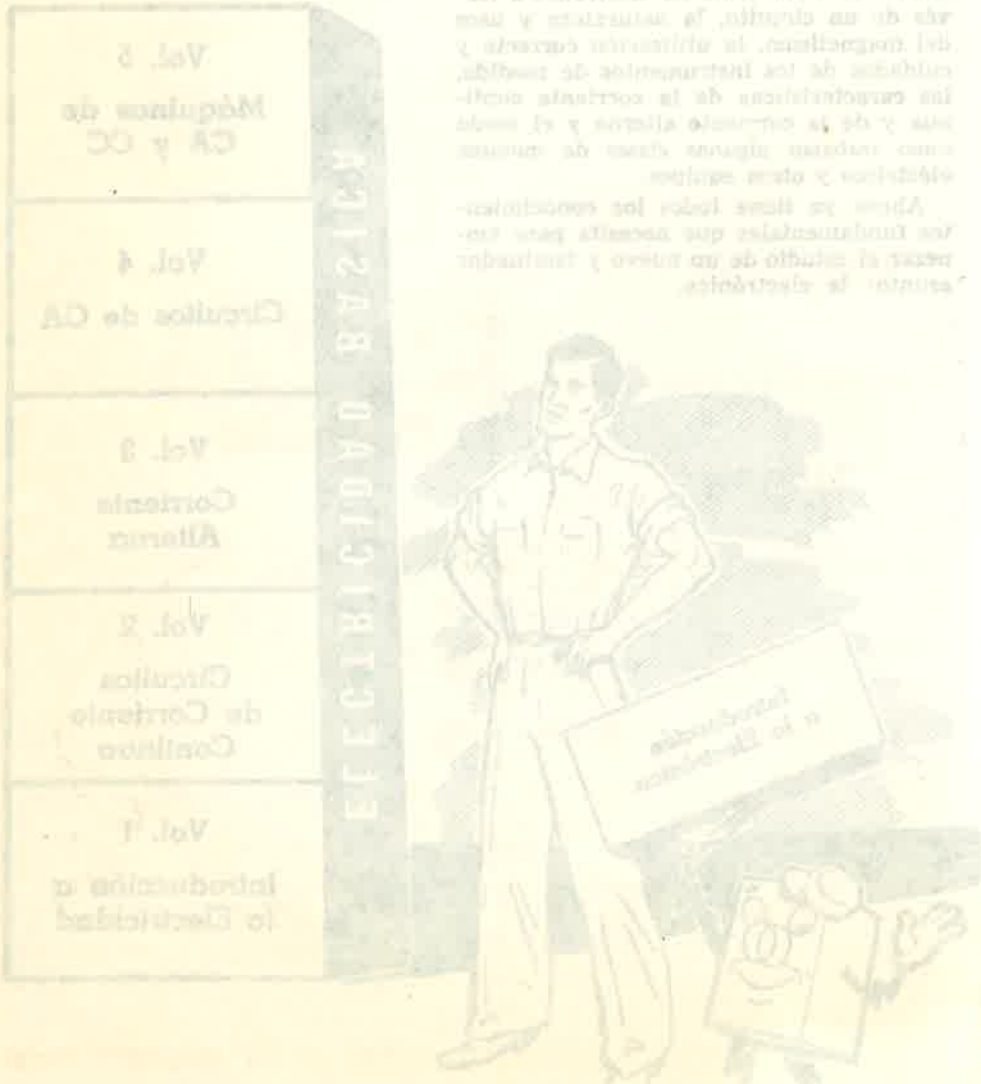
Vol. 5
Máquinas de CA y CC

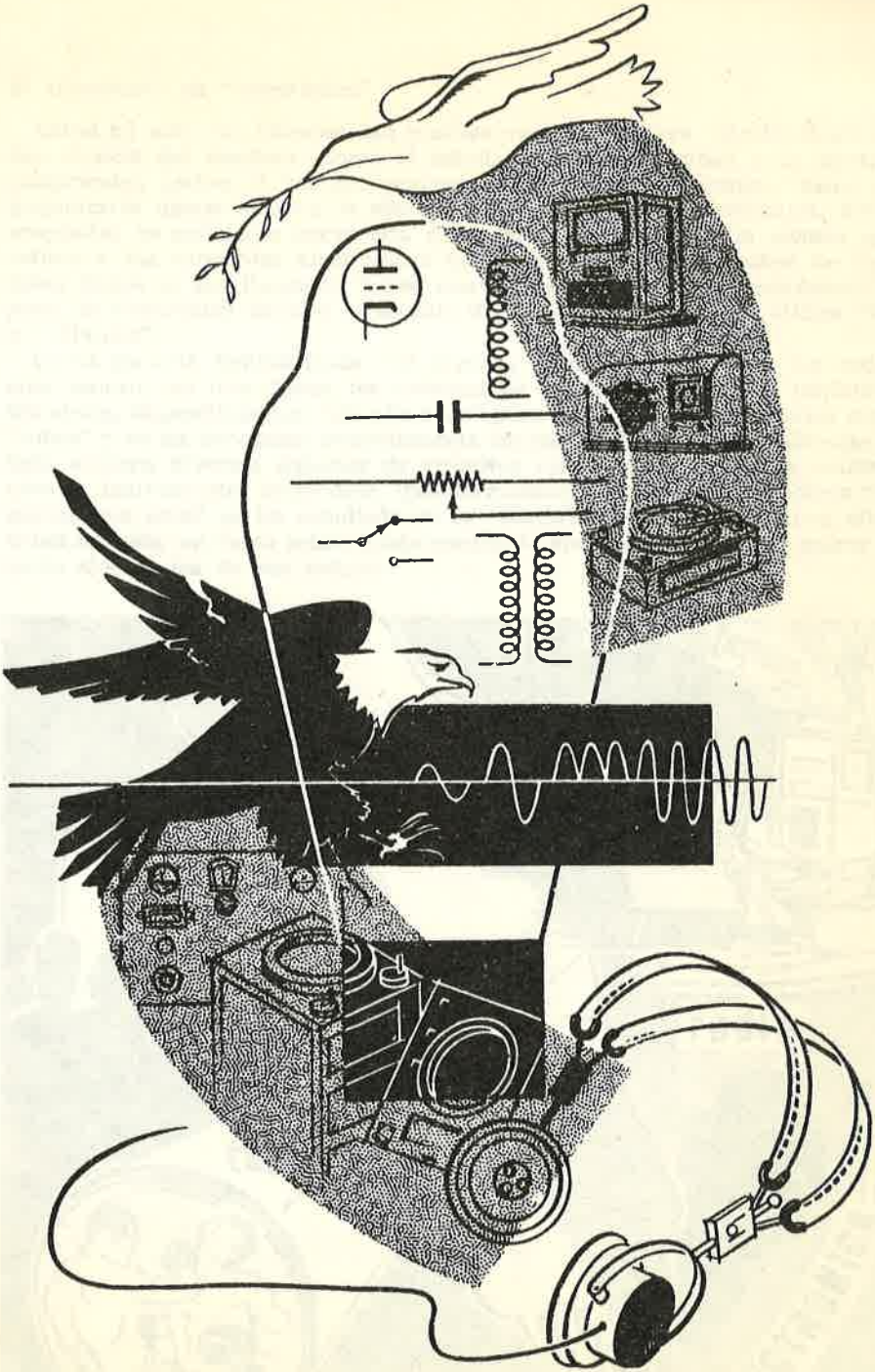
Vol. 4
Circuitos de CA

Vol. 3
Corriente Alterna

Vol. 2
Circuitos de Corriente Continua

Vol. 1
Introducción a la Electricidad





Introducción a la electrónica

El significado de "electrónica"

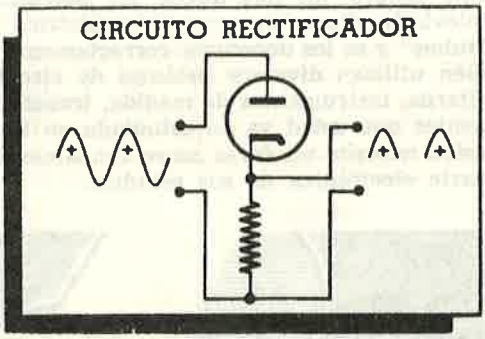
Usted ha oído con anterioridad muchas veces la palabra "electrónica". Significa ciencia del electrón. Como el estudio de la electricidad y la electrónica comprenden ambos el uso del concepto de corriente electrónica, usted puede preguntarse dónde termina la electricidad y comienza la electrónica. Para sus propósitos es suficiente hacer esta distinción: electrónica es la ciencia que se refiere a las corrientes electrónicas que fluyen a través de tubos de vacío o tubos llenos de gas, llamados "tubos electrónicos" o "válvulas electrónicas". Así, pues, la electrónica incluye el estudio de cualquier equipo que utiliza "tubos" o "válvulas".

Usted ya está familiarizado con algunos equipos electrónicos. La radio, el cine sonoro, los toca-discos, los sistemas de publicidad mediante parlantes, la televisión, dispositivos con "ojo eléctrico" para abrir puertas, todos ellos emplean "tubos" y se los denomina correctamente equipo electrónico. Naturalmente, también utilizan diversos sistemas de circuitos eléctricos de corriente continua y alterna, instrumentos de medida, transformadores, condensadores y otros componentes que usted ya ha estudiado en la "Electricidad Básica". Es por ello que usted necesita un curso sobre fundamentos de electricidad antes de entrar en la parte electrónica de sus estudios.

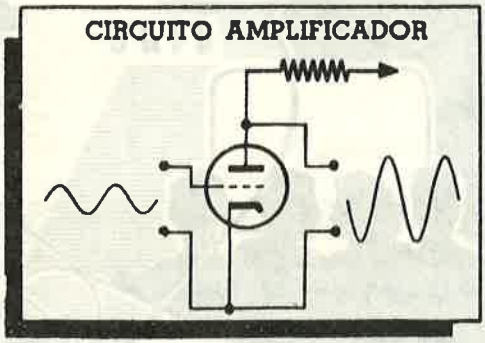
Equipo electrónico

Todos los equipos electrónicos están formados solamente por unos pocos circuitos básicos. ¿Cuántos tipos de circuitos básicos hay? ¡Tres! ¿Hay algún otro tipo de circuito que deberá conocer alguna vez? Hay tipos adicionales de circuitos especiales que tendrá que aprender cuando empiece el estudio de los equipos, pero esos circuitos especiales no son sino variaciones de los tres circuitos electrónicos básicos.

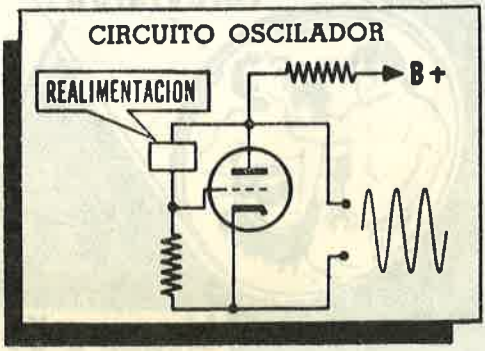
Los tres circuitos electrónicos básicos son: circuitos rectificadores, circuitos amplificadores y circuitos osciladores.



Los circuitos rectificadores transforman la corriente alterna en corriente continua. Su empleo más común es en las fuentes de alimentación de equipos electrónicos que toman corriente alterna de la línea de canalización eléctrica y la transforman en corriente continua necesaria para accionar los tubos electrónicos.



Los circuitos amplificadores toman pequeñas variaciones de tensión y las aumentan o amplifican convirtiéndolas en variaciones de tensión de mayor magnitud. Los circuitos amplificadores son los más empleados en equipos electrónicos. Convierten débiles señales, apenas perceptibles, en otras potentes que pueden accionar unos audífonos, un parlante o un osciloscopio.

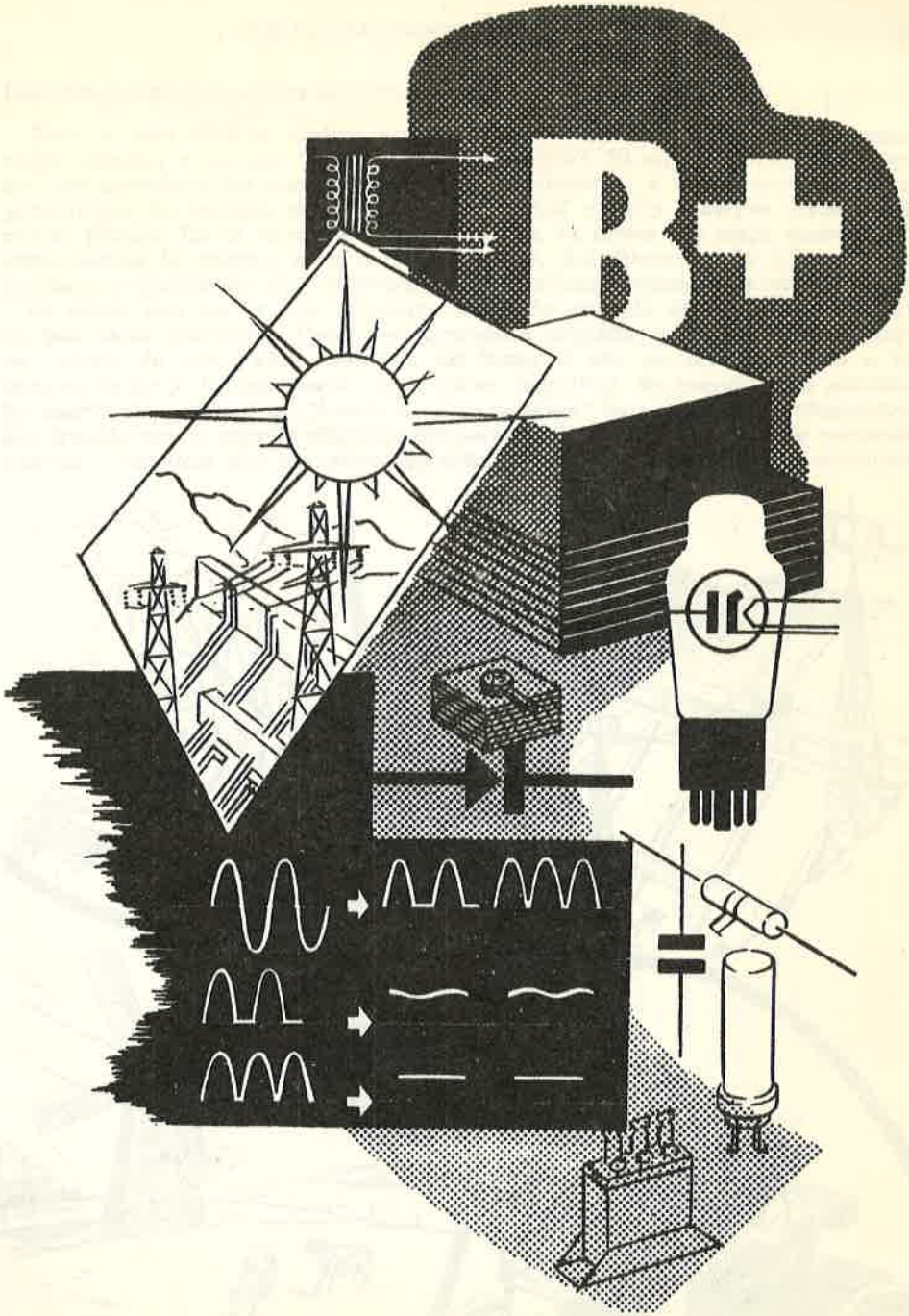


Los circuitos osciladores generan tensiones de corriente alterna de cualquier frecuencia deseada. Los circuitos osciladores se emplean para generar tensiones de corriente alterna que llevan una señal de radio de un lugar a otro. También son ampliamente usados para probar otros circuitos electrónicos.

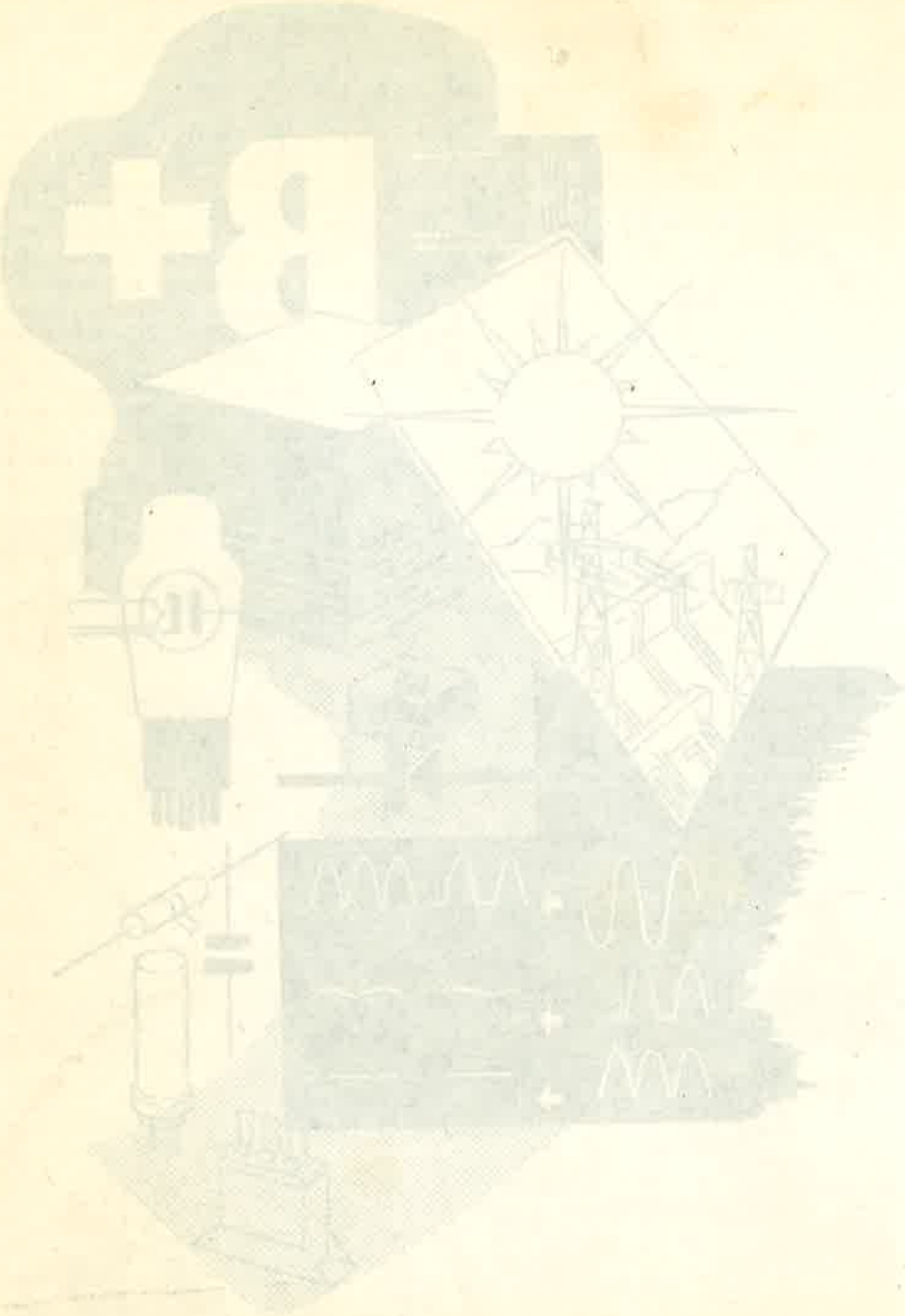
Elementos usados en el equipo electrónico

Ahora que usted ya sabe que existen solamente tres tipos básicos de circuitos electrónicos (rectificadores, amplificadores y osciladores) con los que tendrá que tratar, seguramente le gustará saber algo sobre los elementos usados en tales circuitos. En la actualidad hay solamente seis elementos corrientemente usados en los circuitos electrónicos. Cinco de ellos ya le son conocidos: resistencias, condensadores, bobinas, transformadores e interruptores. Hay solamente un elemento adicional que muy pronto estudiará: el tubo de vacío.

Usted ve que entendiendo tres tipos básicos de circuitos electrónicos y seis tipos de elementos que forman parte de dichos circuitos, comprenderá todo lo que necesita saber acerca de electrónica por el momento.



Fuente de alimentación



Importancia de las fuentes de alimentación

Todo lo que vive o realiza algún trabajo debe tener algo que le suministre energía, o sea una "fuente de alimentación". El sol proporciona la energía que permite a las plantas convertirse en alimento, y el alimento a su vez, proporciona la energía que le permite a usted vivir y moverse, hablar, caminar, pensar. En el reino de los mecanismos, el motor del viejo modelo "T" suministraba la energía para mover el coche, del mismo modo que enormes turbinas proporcionan hoy la energía para accionar generadores eléctricos.

Es obvio que no se usa la misma clase de energía de la misma manera en esos casos diferentes. Cada cosa, grande o pequeña, viva o no, debe tomar su energía de una fuente primaria tal como el sol, un salto de agua o un tomacorriente y transformarla en la clase específica de energía que necesita. En electrónica, pues, una "fuente de alimentación" es un circuito o dispositivo que transforma la energía eléctrica primaria en la clase y cantidad de corriente alterna o continua que necesitan los diferentes tipos de circuitos electrónicos.

Qué hace la fuente de alimentación

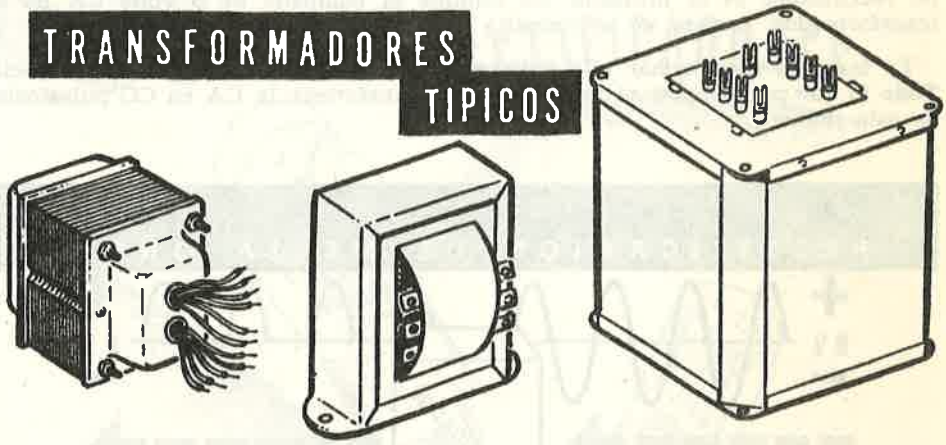
Vamos a referirnos a casos particulares y averiguar qué tiene que hacer la fuente de alimentación. Diferentes tipos de equipos electrónicos —amplificadores, osciladores, transmisores, receptores— contienen diferentes tipos de circuitos de tubos de vacío a los que hay que suministrar determinados voltajes de corriente alterna y continua para que puedan trabajar. Aunque hay excepciones, esos diferentes circuitos de tubos de vacío requieren aproximadamente 350 volts CC y 6.3 volts CA. Porqué se requieren precisamente estos dos voltajes es algo que usted aprenderá cuando entre en el estudio de dichos circuitos. Por ahora basta que sepa que la fuente de alimentación de uso corriente debe suministrar tales voltajes.

Cuando usted conecta un equipo electrónico a un tomacorriente, éste le suministra 220 volts (117 en otros países) de CA. Eso no es lo que usted quiere, ya que los circuitos de tubos de vacío necesitan generalmente 350 volts CC y 6.3 volts CA. Cómo la fuente de alimentación transforma el voltaje disponible en la línea en el voltaje de alta tensión CC (llamado voltaje "+ B" en el trabajo electrónico) y en bajo voltaje de CA es el asunto principal de esta sección.

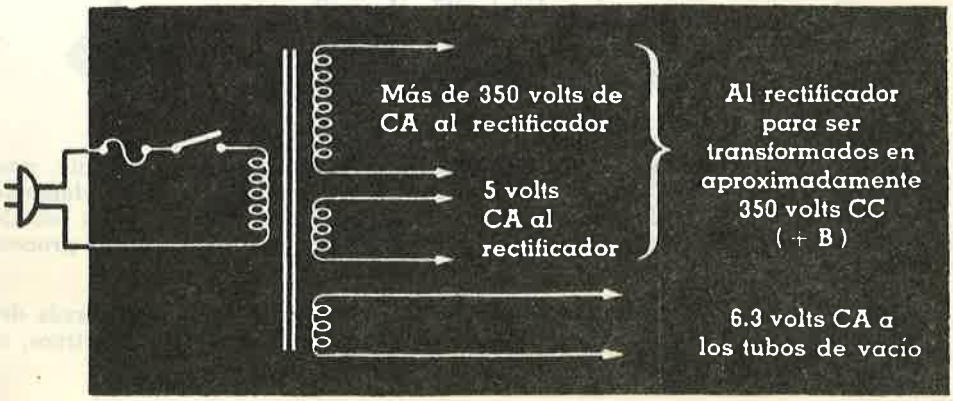
Cómo trabaja la fuente de alimentación — El transformador

Una fuente de alimentación típica consta de tres elementos principales: un transformador, un rectificador y un filtro.

Usted ya conoce los transformadores por su estudio de electricidad básica. Un transformador es un aparato hecho con dos o más bobinas de alambre devanadas sobre un núcleo de hierro. Los transformadores pueden tomar un voltaje de CA y elevarlo o disminuirlo según el número de espiras de alambre en sus diferentes bobinados. He aquí unos pocos ejemplos de transformadores que encontrará en las fuentes de alimentación de equipos electrónicos.



En una fuente de alimentación típica el transformador se conecta a los 220 volts CA de la línea a través de un fusible adecuado y un interruptor. El transformador desarrolla tres voltajes de CA: un voltaje algo superior a los 350 volts CA, 5 volts CA y 6.3 volts CA. La salida de voltaje 6.3 CA se conecta directamente a los circuitos de tubos de vacío. Los otros dos voltajes se conectan al circuito rectificador, donde el voltaje de alta tensión de CA se transforma en 350 volts CC, aproximadamente. Se necesitan más de 350 volts de CA para obtener 350 volts de CC debido a las pérdidas que ocurren en el proceso de cambiar la CA por CC, por eso hay que empezar con un voltaje más elevado que el que se desea obtener.

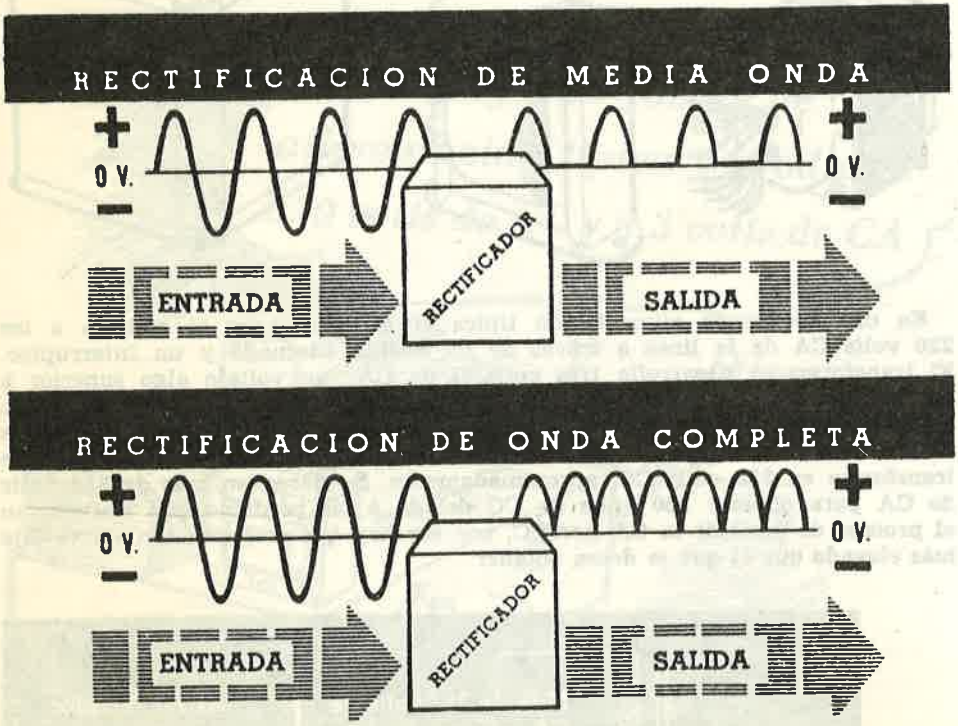


Cómo trabaja la fuente de alimentación — El rectificador

Hasta ahora usted ha aprendido que el trabajo de una fuente de alimentación típica consiste en tomar 220 volts CA de la línea de canalización eléctrica y entregar aproximadamente 350 volts CC y 6.3 volts CA. Ha aprendido que los componentes principales de la fuente de alimentación son un transformador, un rectificador y un circuito de filtro. Y usted se ha enterado de la misión del transformador.

El trabajo del rectificador consiste en transformar el alto voltaje de CA que viene del transformador, en alto voltaje de CC. Los 5 volts de CA procedentes del transformador se usan para calentar el tubo rectificador, cuando tal clase de rectificador es el utilizado. Se elimina el bobinado de 5 volts CA en el transformador, cuando no se necesita para el trabajo del rectificador.

La tarea de transformar alto voltaje de CA en alto voltaje de CC, es difícil. Todo lo que puede hacer el rectificador es transformar la CA en CC pulsatoria, de esta manera:

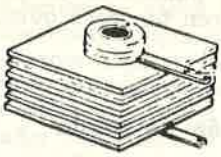


Observe que la salida de CC no está formada por un voltaje constante, sino que se eleva y cae al ritmo del voltaje de CA de entrada. Cuando solamente se permite pasar a través del rectificador a los semiciclos positivos del voltaje de entrada, y los semiciclos negativos no pueden pasar en absoluto, el proceso recibe el nombre de "rectificación de media onda".

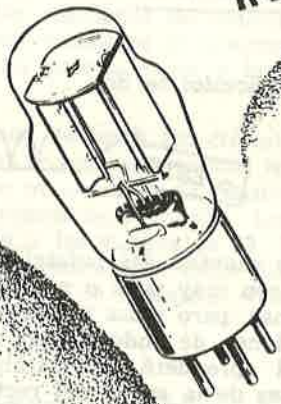
Cuando los semiciclos negativos del voltaje de entrada pasan a través del rectificador y los semiciclos negativos se transforman en semiciclos positivos, el proceso se llama "rectificación de onda completa".

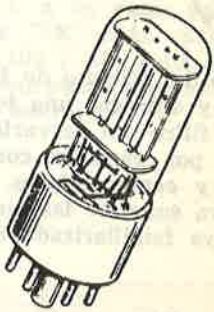
Cómo trabaja la fuente de alimentación — El rectificador (continuación)

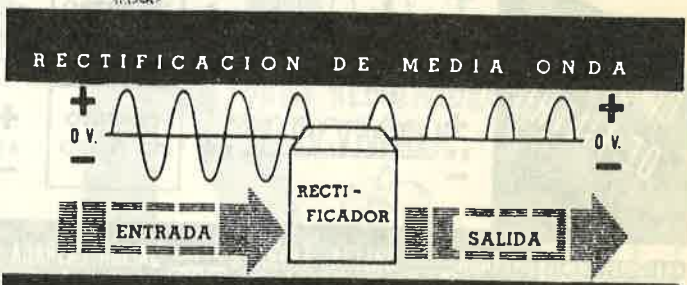
Los rectificadores que usted estudiará en esta sección serán los metálicos secos o los tubos rectificadores de vacío. Cualquiera de esos rectificadores pueden ser del tipo de media onda o de onda completa. Los rectificadores de tubo de vacío necesitan que el transformador tenga un bobinado de baja tensión de CA que suministra al tubo rectificador el voltaje de calefacción. Los rectificadores secos metálicos no necesitan este bobinado.



RECTIFICADORES



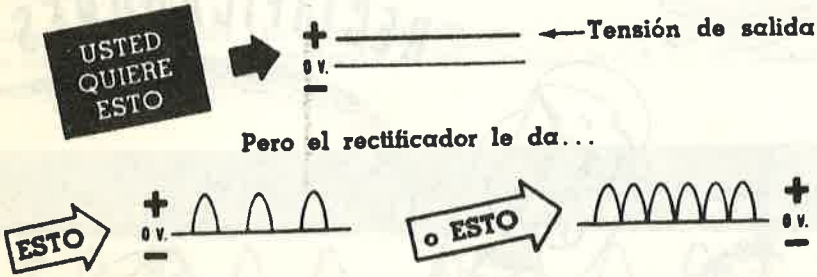




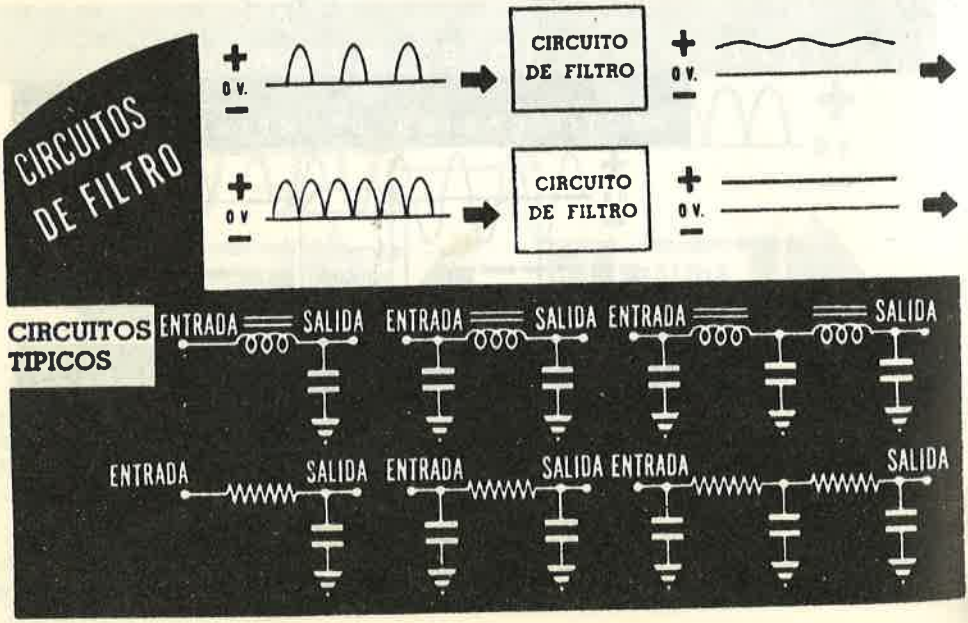
Cómo trabaja la fuente de alimentación — El filtro

Hasta aquí usted ha aprendido que la misión de una fuente de alimentación típica consiste en tomar los 220 (o 117) volts de CA de la línea y entregar aproximadamente 350 volts de CC y 6.3 volts de CA. Usted ha aprendido que los componentes principales de una fuente de alimentación son un transformador, un rectificador y un circuito de filtro. Usted ha aprendido el objeto del transformador y del rectificador y ahora está preparado para aprender lo relativo al filtro.

Usted sabe que la salida del rectificador es una tensión pulsatoria de CC. Lo que usted quiere es una tensión constante de 350 volts, con tan poca pulsación como sea posible.



El trabajo del circuito de filtro es suavizar las pulsaciones de la salida del rectificador y entregar una tensión con muy poca o ninguna ondulación. Los circuitos de filtro son de varias formas, pero todos los circuitos de filtro están constituídos por variadas combinaciones de inductancias y condensadores o resistencias y condensadores. Usted aprenderá cómo trabajan esos circuitos de filtro para suavizar las pulsaciones de la salida del rectificador tan pronto como se haya familiarizado con algunos circuitos rectificadores.



Reguladores de tensión

Una fuente de alimentación típica está formada por un transformador, un rectificador y un circuito de filtro. Esto es todo lo que se necesita para obtener el alto voltaje de CC y el bajo voltaje de CA necesario para accionar varios tipos de circuitos electrónicos. Sin embargo, cuando se extrae corriente de los terminales de alto voltaje de CC de una fuente de alimentación, el voltaje cae. Esto es debido a la resistencia interna de la fuente de alimentación. No es raro que la salida de 350 volts de CC caiga a 300 volts cuando la corriente obtenida se eleve de 0.05 amp. a 0.100 amp. Esta caída de tensión no tiene importancia para muchos tipos de circuitos electrónicos y funcionarán perfectamente a pesar de ella. Sin embargo, hay algunos tipos de circuitos electrónicos que no pueden trabajar correctamente si la tensión varía más de dos o tres volts. Estos tipos de circuitos requieren la adición de un circuito regulador de tensión a la fuente de alimentación. Cuando una fuente de alimentación tiene circuito regulador de tensión, únicamente aquellos circuitos que requieren una tensión constante se conectan al regulador de tensión — los otros circuitos se conectan generalmente a los terminales de voltaje de CC no regulado.

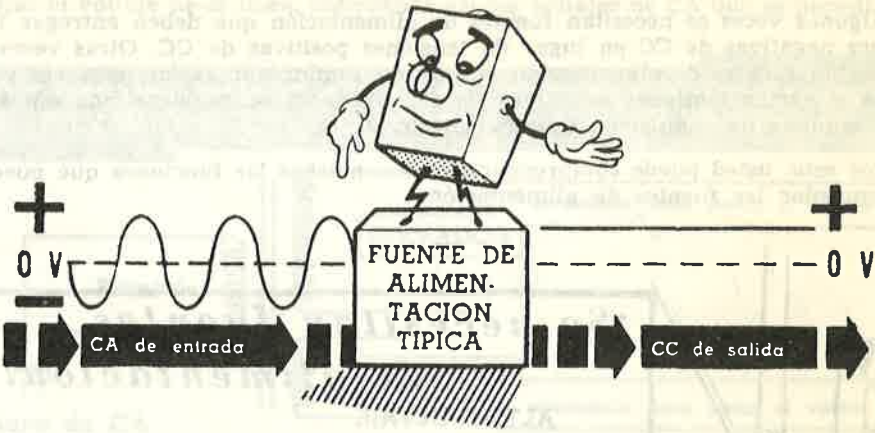
El elemento básico de todos los circuitos reguladores de tensión es el tubo regulador, conocido comúnmente como tubo "VR". Estos tubos están hechos de tal manera que mantendrán la tensión de CC a un valor determinado, a pesar de las variaciones de corriente. Los tubos "VR" están construídos para mantener la tensión a los valores de 59, 75, 90, 108 y 153 volts de CC. Utilizando diversas combinaciones de estos tubos, usted puede obtener una tensión constante prácticamente de cualquier valor que necesite.

Porqué hay diferentes clases de fuentes de alimentación

Usted sabe que la mayoría de las fuentes de alimentación están formadas por transformadores, rectificadores, circuitos de filtro y algunas veces reguladores de tensión. Usted puede obtener casi cualquier clase de fuente de alimentación combinando entre sí esos elementos de varias maneras. Naturalmente, algunas veces usted tendrá que emplear tubos rectificadores grandes y transformadores grandes; otras veces deberá utilizar elementos sub-miniatura; pero, grandes o pequeños, todos los circuitos contendrán los mismos componentes.

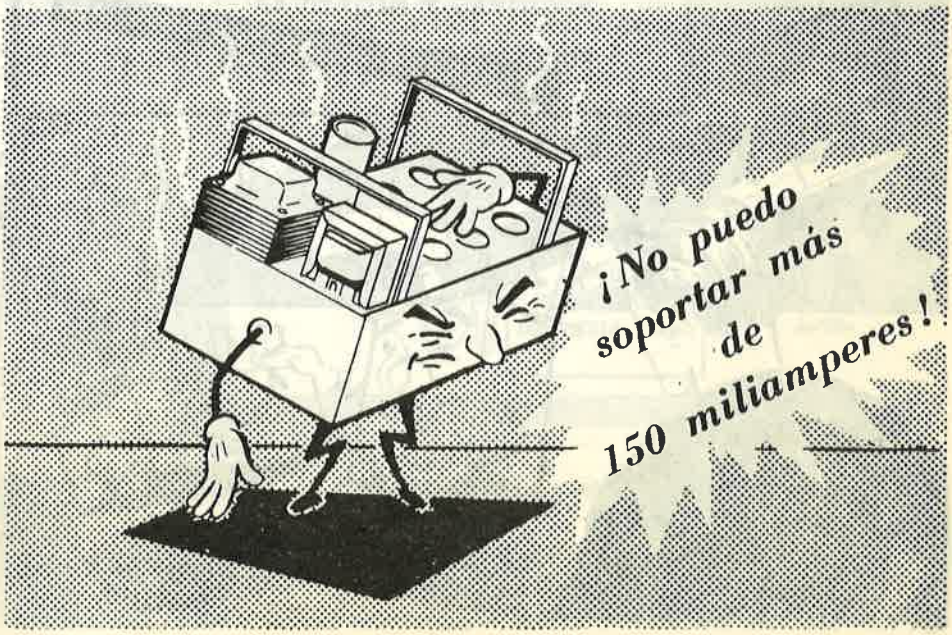
Porqué hay diferentes tipos de fuentes de alimentación (continuación)

Ahora usted querrá saber porqué hay diferentes tipos de fuentes de alimentación empleadas en diferentes equipos. Después de todo, la función principal que desempeñan no es más que transformar CA en CC.



La razón de porqué se necesitan diferentes tipos de fuentes de alimentación es sencilla. Una fuente de alimentación que usted pueda construir empezará a echar humo si usted obtiene de ella mucho más de 150 ma. de corriente del suministro de alta tensión de CC.

Algunos tipos de transmisores necesitan hasta 5.000 o 10.000 ma. de sus fuentes de alimentación. Algunos circuitos especiales para osciloscopios pueden necesitar una salida de CC de 10.000 volts o más.



Porqué hay diferentes tipos de fuentes de alimentación (continuación)

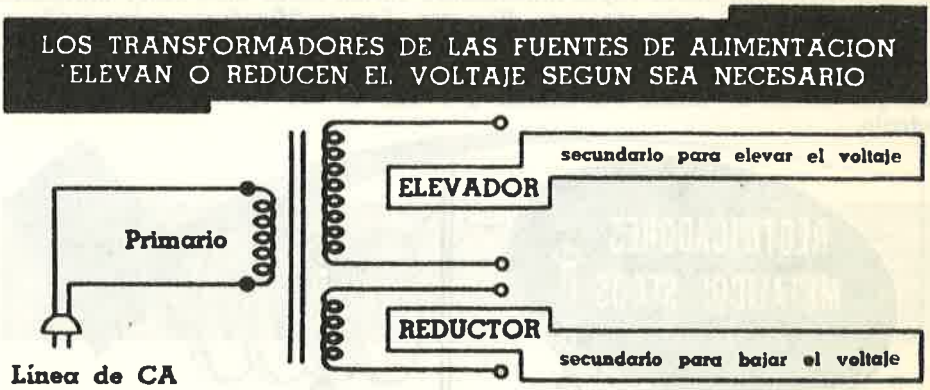
Algunos circuitos especiales de radar necesitan fuentes de alimentación con una regulación de tensión particularmente buena. Esto significa que la tensión de CC entregada por la fuente de alimentación no debe variar más de uno o dos volts aunque varíe la corriente.

Algunas veces se necesitan fuentes de alimentación que deben entregar tensiones negativas de CC en lugar de tensiones positivas de CC. Otras veces se necesitan fuentes de alimentación que deben suministrar varias tensiones positivas y varias tensiones negativas de CC. A veces se requiere una ausencia casi absoluta de ondulación (zumbido), etc.

Por esto, usted puede comprender que son muchas las funciones que pueden desempeñar las fuentes de alimentación.

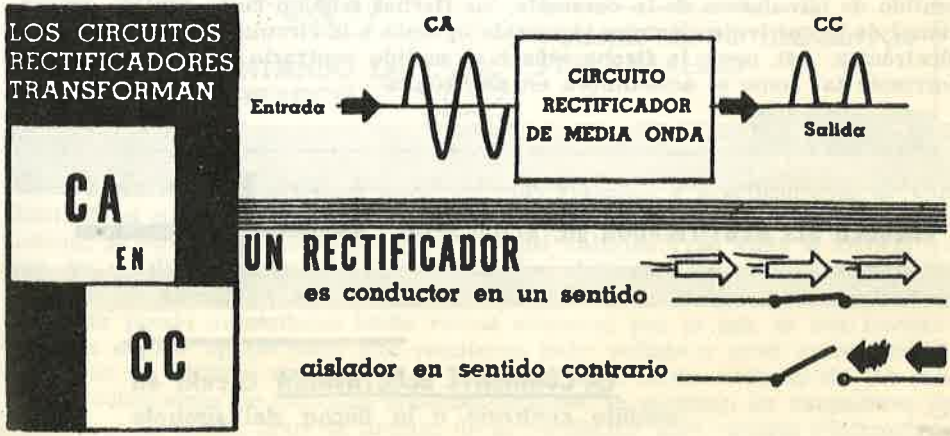
Transformación de la CA en CC

Casi toda la energía eléctrica se distribuye mediante líneas de CA y la mayor parte de los equipos electrónicos contienen fuentes de alimentación que transforman el voltaje de CA de la línea de energía eléctrica en las tensiones de CC y CA que necesita el equipo. Transformar la tensión de CA de la línea de energía eléctrica es relativamente fácil. Se emplea un transformador, para elevar o rebajar el voltaje de la línea, obteniendo así los voltajes de CA que se necesiten.



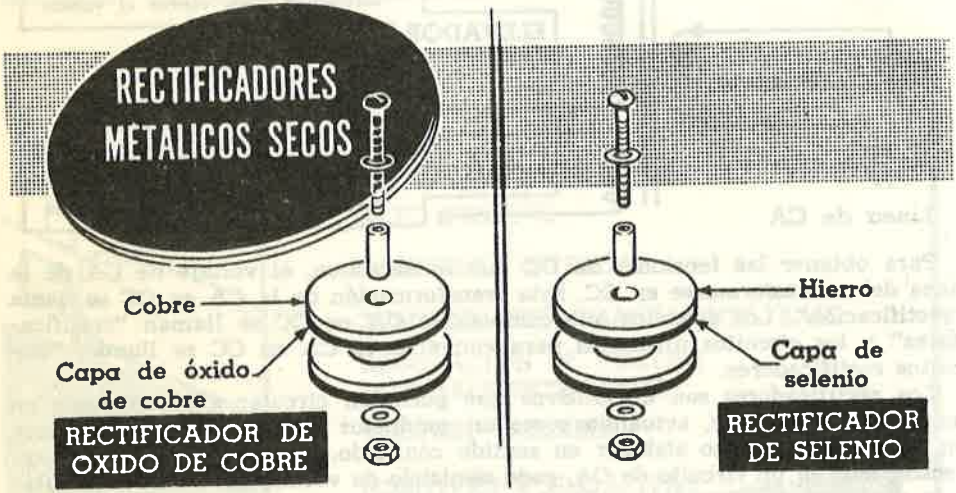
Para obtener las tensiones de CC que se necesiten, el voltaje de CA de la línea debe transformarse en CC. Esta transformación de la CA en CC se llama "rectificación". Los aparatos que cambian la CA en CC se llaman "rectificadores" y los circuitos utilizados para convertir la CA en CC se llaman "circuitos rectificadores.

Los rectificadores son dispositivos que permiten circular a la corriente en un sentido solamente, actuando como un conductor para el paso de corriente en un sentido y como aislador en sentido contrario. Así, cuando se coloca un rectificador en un circuito de CA, cada semiciclo de voltaje de CA hace circular a la corriente en el sentido para el cual es conductor. Y cuando los semiciclos opuestos quieren forzar a la corriente en el circuito en el sentido para el cual el rectificador actúa como un aislador, no podrá pasar corriente en tales semiciclos. En consecuencia, la circulación de corriente en un circuito rectificador sencillo es CC pulsatoria (semiciclos alternados de CA) en vez de una CC constante.



Rectificadores metálicos secos

Cuando ciertos materiales se unen bajo presión, la combinación actúa como un rectificador al ofrecer poca resistencia al paso de la corriente en un sentido y muy alta resistencia a la circulación de la corriente en sentido contrario. Esta acción se debe a las propiedades químicas de los materiales combinados. Las combinaciones generalmente usadas como rectificadores son cobre y óxido de cobre, o selenio y hierro. Los rectificadores metálicos secos se construyen con discos cuyas dimensiones varían desde unos cinco milímetros hasta más de 150 milímetros de diámetro. Los rectificadores cobre-óxido de cobre consisten en discos de cobre, una de cuyas caras está recubierta por una capa de óxido de cobre, mientras que los rectificadores de selenio están formados por discos de hierro recubiertos por una de sus caras con una capa de selenio.



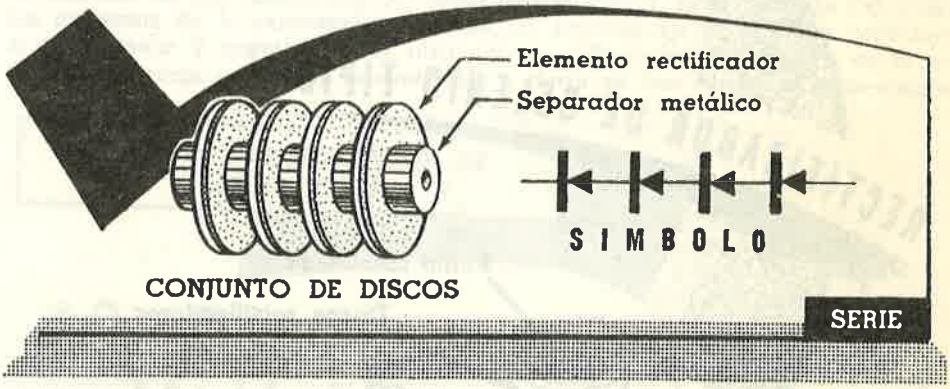
Los elementos de los rectificadores metálicos secos (un elemento es un solo disco) se construyen generalmente bajo la forma de arandelas que se juntan mediante un perno en la combinación deseada en serie o paralelo para formar una unidad rectificadora. El símbolo que se ve más abajo se emplea para representar cualquier tipo de rectificador metálico seco. Como estos rectificadores se idearon antes de que la teoría electrónica se empleara para determinar el sentido de circulación de la corriente, las flechas señalan como sentido convencional de la corriente eléctrica el sentido opuesto a la circulación de la corriente electrónica. Así, pues, la flecha señala el sentido contrario a la circulación de corriente tal como se acostumbra en electrónica.

LA CORRIENTE ELECTRONICA circula en sentido contrario a la flecha del símbolo

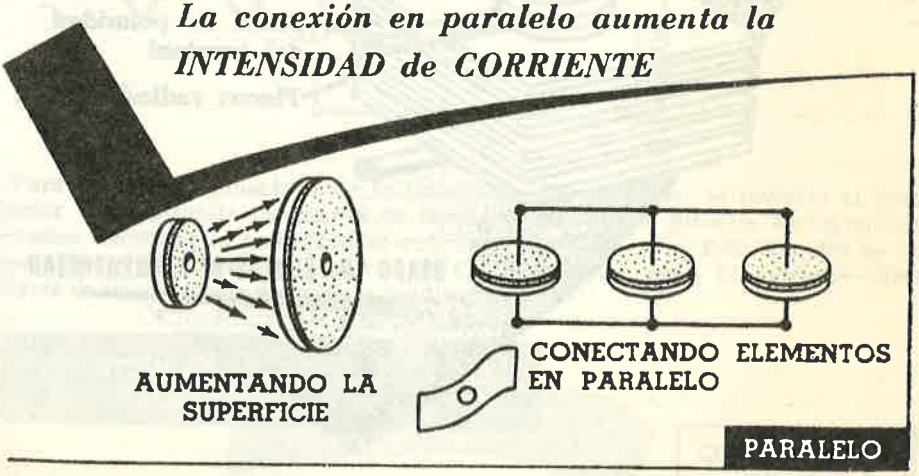
Rectificadores metálicos secos (continuación)

Cada elemento de rectificador metálico seco resistirá solamente unos pocos volts a través de sus terminales, pero agrupando varios elementos en serie el voltaje queda proporcionalmente aumentado. Del mismo modo, cada elemento puede soportar solamente una cantidad limitada de corriente. Cuando se necesita más corriente, se agrupan en paralelo varias series de elementos hasta permitir la cantidad de corriente deseada.

El agrupamiento en serie aumenta el VOLTAJE DE TRABAJO del rectificador metálico seco



La conexión en paralelo aumenta la INTENSIDAD de CORRIENTE



Los rectificadores metálicos secos son muy robustos y prácticamente de vida ilimitada si no se abusa de ellos. A causa del bajo voltaje permitido por cada unidad, se emplean generalmente para bajos voltajes (130 volts o menos) ya que no resulta práctico agrupar demasiados elementos en serie. Mediante la conexión en paralelo o aumentando el diámetro de los discos, la intensidad de corriente puede aumentarse hasta varios amperes, por lo que se usa frecuentemente en las aplicaciones que requieren bajo voltaje y gran intensidad de corriente. Se utilizan unidades muy pequeñas para medir voltajes de CA mediante voltímetros de CC. Las unidades grandes se emplean en cargadores de baterías y en varios tipos de fuentes de alimentación para equipos electrónicos.

Rectificadores metálicos secos (continuación)

Los rectificadores de selenio se utilizan en fuentes de alimentación, mientras los rectificadores de óxido de cobre son usados en aplicaciones especiales tales como rectificadores para instrumentos de medida. Un rectificador típico de selenio tal como los usados en fuentes de alimentación se representa más abajo. Está calculado para 130 volts CA y puede suministrar un máximo de 100 ma. CC. El terminal señalado + indica la polaridad del rectificador y sirve para la identificación de los conductores al conectar el rectificador a un circuito. El terminal positivo se identifica a veces mediante un punto rojo y el terminal negativo mediante un punto amarillo.

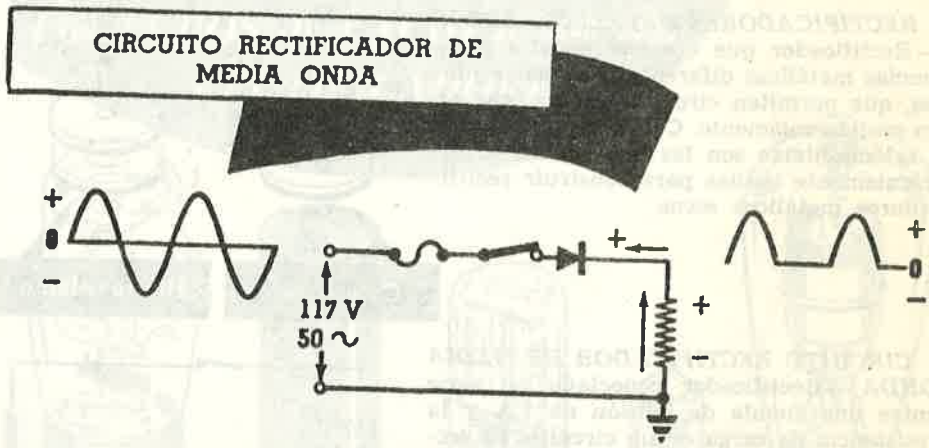
Un rectificador perfecto no debería ofrecer resistencia al paso de la corriente en un sentido presentando resistencia infinita en sentido contrario, pero tal rectificador es solamente teórico. Los rectificadores usados en la práctica para las fuentes de alimentación tienen poca resistencia en un sentido y muy elevada resistencia en sentido contrario. En los rectificadores metálicos secos estas resistencias pueden medirse con el óhmetro.

Para probar un rectificador de selenio se mide la resistencia entre sus terminales en un sentido y luego se invierten las conexiones del óhmetro para medir la resistencia en sentido contrario. Si la lectura alta es diez o más veces mayor que la lectura baja, el rectificador está en buen estado.

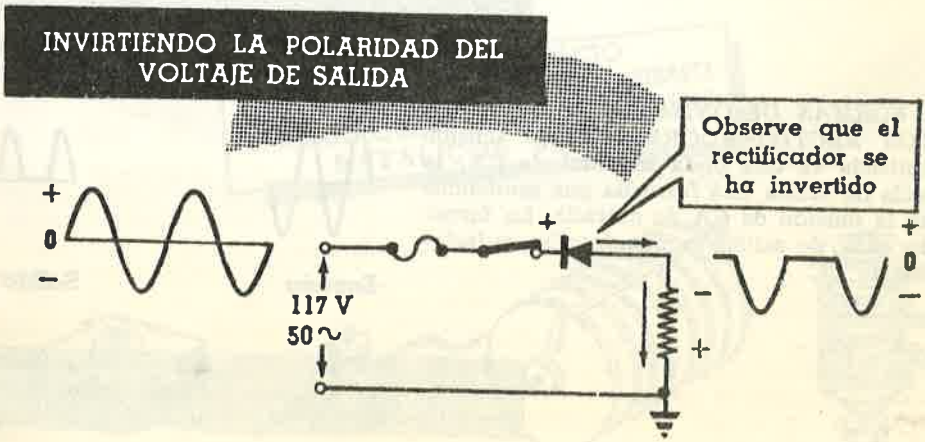
El circuito rectificador de media onda

El circuito básico del rectificador de media onda consiste en un rectificador conectado en serie entre la fuente de tensión de CA y la resistencia de carga del circuito. El rectificador permite circular a la corriente solamente durante los semiciclos positivos de la tensión de CA aplicada y la corriente en el circuito es por lo tanto CC pulsatoria. En el circuito ilustrado, el voltaje de línea aplicado es 117 volts, 50 ciclos y la corriente circula solamente durante la mitad de cada ciclo. En este caso, la circulación de corriente a través del circuito se efectúa a impulsos al ritmo de 50 impulsos por segundo. En realidad, hay una ligera circulación de corriente en sentido contrario durante los semiciclos negativos, pero es tan pequeña que puede considerarse cero.

Este sencillo circuito representado es el circuito básico utilizado para transformar CA en CC. Conectado tal como se representa, la tensión de CC entre los extremos de la resistencia de carga, es positiva en el extremo conectado al rectificador y negativa en el otro extremo. El terminal negativo de la resistencia de carga se conecta generalmente a tierra en una fuente de alimentación.



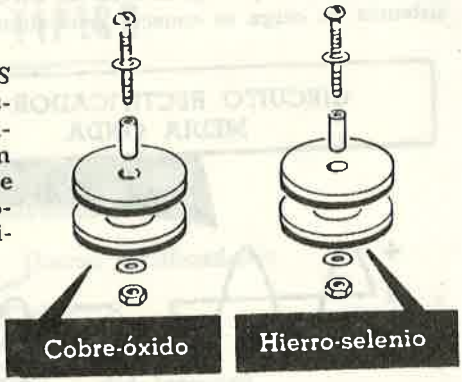
Para invertir la polaridad de la tensión de CC obtenida, se invierte el rectificador. Esto permite circular a la corriente solamente durante los semicielos opuestos haciendo la comparación con el circuito anterior. Este circuito se usa para obtener una tensión negativa de CC respecto a masa. El extremo puesto a tierra de la resistencia de carga es positivo.



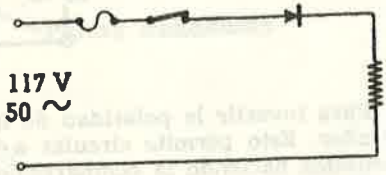
Repaso

RECTIFICACION — Cuando un dispositivo llamado rectificador se coloca en serie con un circuito de CA, permite a la corriente circular solamente en un sentido, transformando la tensión aplicada de CA en tensión pulsatoria de CC. Rectificación es la transformación de CA en CC.

RECTIFICADORES METALICOS SECOS — Rectificador que consiste en dos substancias metálicas diferentes prensadas juntas, que permiten circular la corriente en un sentido solamente. Cobre-óxido de cobre y selenio-hierro son las combinaciones corrientemente usadas para construir rectificadores metálicos secos.



CIRCUITO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA — Rectificador conectado en serie entre una fuente de tensión de CA y la resistencia de carga de un circuito. El rectificador transforma la tensión de entrada de CA en una tensión de salida de CC a través de la resistencia de carga.



FORMAS DE ONDA DE LOS CIRCUITOS RECTIFICADORES — Si la tensión aplicada es una onda senoidal de CA, la onda de salida está formada por semiciclos de la tensión de CA de entrada. La forma de onda de salida es una tensión pulsatoria de CC.

Tubos de vacío

Los rectificadores metálicos secos se emplean en muchas fuentes de alimentación para transformar CA en CC pero tienen un límite en cuanto se refiere al voltaje e intensidad de corriente. Normalmente no están previstos para voltajes superiores a los 130 volts CA. Unidades de bajo voltaje construídas para 10 volts o menos tienen gran capacidad de corriente, más de un ampere, mientras que la capacidad de corriente de las unidades para más alto voltaje es mucho menor de un ampere.

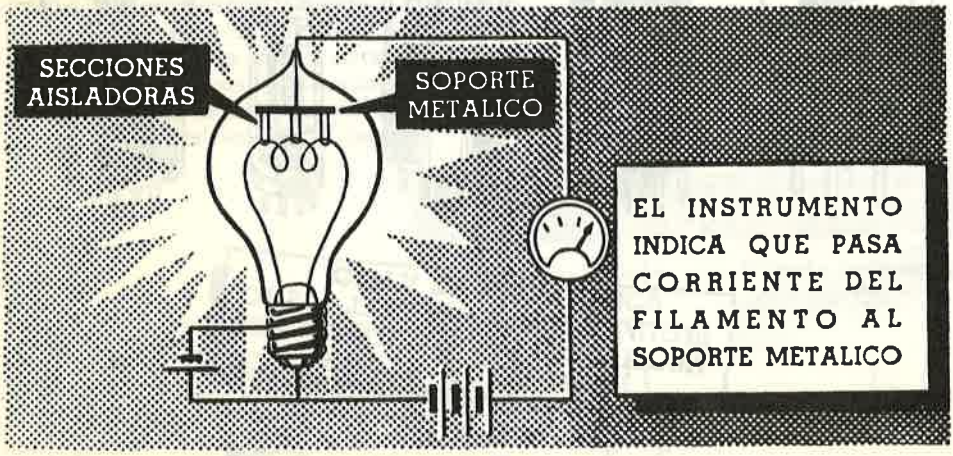
A causa de las limitaciones de voltaje y corriente de los rectificadores metálicos secos, se usa frecuentemente otro tipo de rectificador en las fuentes de alimentación: el tubo de vacío diodo. Como rectificador, el diodo trabaja de la misma manera que el rectificador metálico seco, comportándose como un buen conductor de la corriente en un sentido y como aislador en el opuesto. El diodo tiene también otros usos en electrónica, de los cuales se hablará más adelante.

El descubrimiento del diodo

El principio en que se basa el diodo fue descubierto hace unos 70 años —antes que se supiera nada de los electrones.

Tomás Edison estaba trabajando en un experimento con lámparas incandescentes en las cuales utilizaba un filamento de carbón. Los filamentos que empleaba se rompían muy fácilmente ya que estaban formados por delgados hilos o filamentos de carbón.

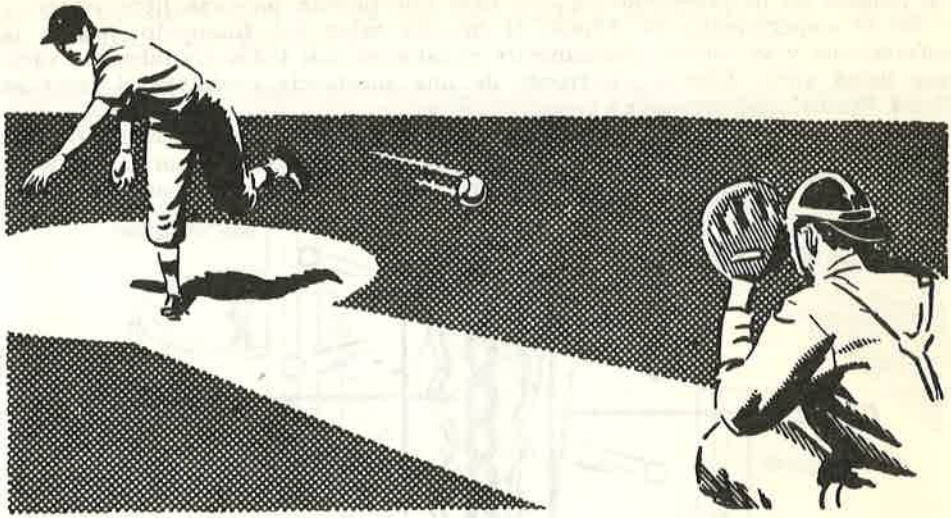
En un esfuerzo para alargar la vida de sus ampollas luminosas, Edison construyó un soporte de metal que conectó al frágil filamento mediante partes aisladoras. Por alguna razón desconocida, conectó el soporte metálico al borne positivo de una batería y el filamento al borne negativo. Sorprendido, observó que circulaba corriente.



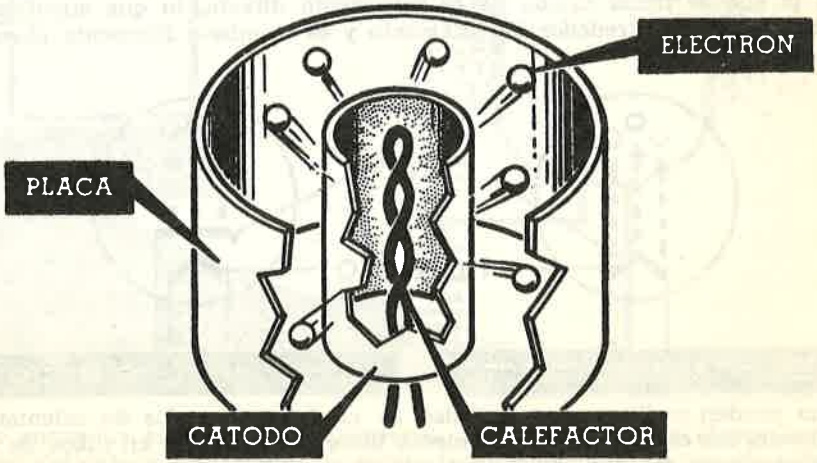
Como nada se sabía acerca de los electrones, Edison no pudo darse cuenta de la importancia de su descubrimiento y pasaron 21 años antes de que Fleming, científico británico, comprendiera el significado de ese flujo de electrones. Como observó que la corriente sólo podía circular en un sentido, Fleming llamó "válvula" a su tubo de vacío. Efectivamente, los tubos de vacío todavía son llamados "válvulas" por los ingleses.

Cómo trabaja el diodo

El diodo es parecido al juego de baseball en el cual el control tiene mucha importancia. Hay que comprender como el diodo controla el paso de corriente para saber porqué el diodo trabaja como rectificador.



Los elementos del tubo de vacío que controlan directamente el paso de corriente se llaman electrodos. Un elemento calentado que desprende electrones se llama cátodo. La placa es un elemento cilíndrico que rodea al cátodo y que atrae los electrones cuando está cargada positivamente. El cátodo está calentado por un filamento llamado calefactor, que no se considera como un elemento ya que no controla directamente el flujo de corriente del cátodo a la placa. Un tubo de vacío del tipo representado se llama diodo porque tiene solamente dos elementos, un cátodo y una placa.



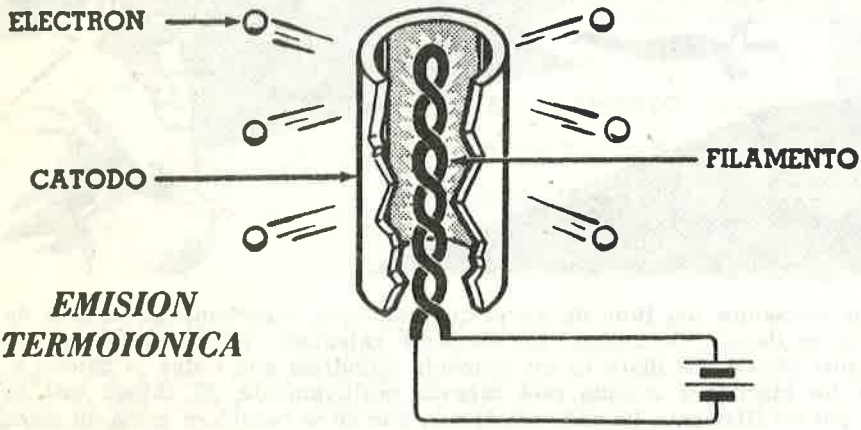
Además de impedir que el filamento se queme, la extracción del aire del interior del tubo impide la interferencia de las moléculas del aire con la corriente de electrones del cátodo a la placa. A veces el aire se sustituye por un gas inerte el cual ayuda, en lugar de oponerse, al flujo de electrones.

Emisión electrónica

El requisito básico de un diodo es que debe contener un manantial de electrones que puedan moverse libremente los cuales puedan utilizarse para proporcionarnos un flujo de corriente. Por supuesto, los electrones se encuentran en cualquier átomo de cualquier substancia, pero necesitamos, sin embargo, un método de desprenderlos de ella para que puedan moverse libremente.

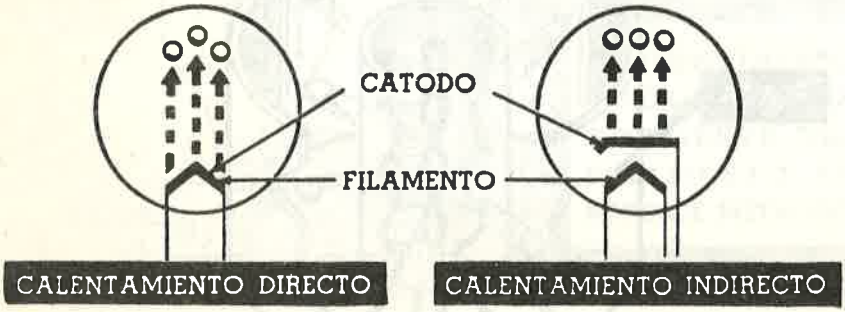
En el experimento de Edison el intenso calor del filamento realizó la estratagema y se emplea precisamente el calor en casi todos los tubos de vacío que usted verá. Liberar electrones de una substancia mediante el calor se llama "emisión termoiónica".

En el grabado, usted observará que el cátodo es un cilindro o manguito que rodea, pero no toca, al filamento. El filamento está calentado por la corriente que lo atraviesa y el cátodo se calienta a causa de su proximidad con el filamento.



Esta disposición de elementos se conoce con el nombre de cátodo de calentamiento indirecto.

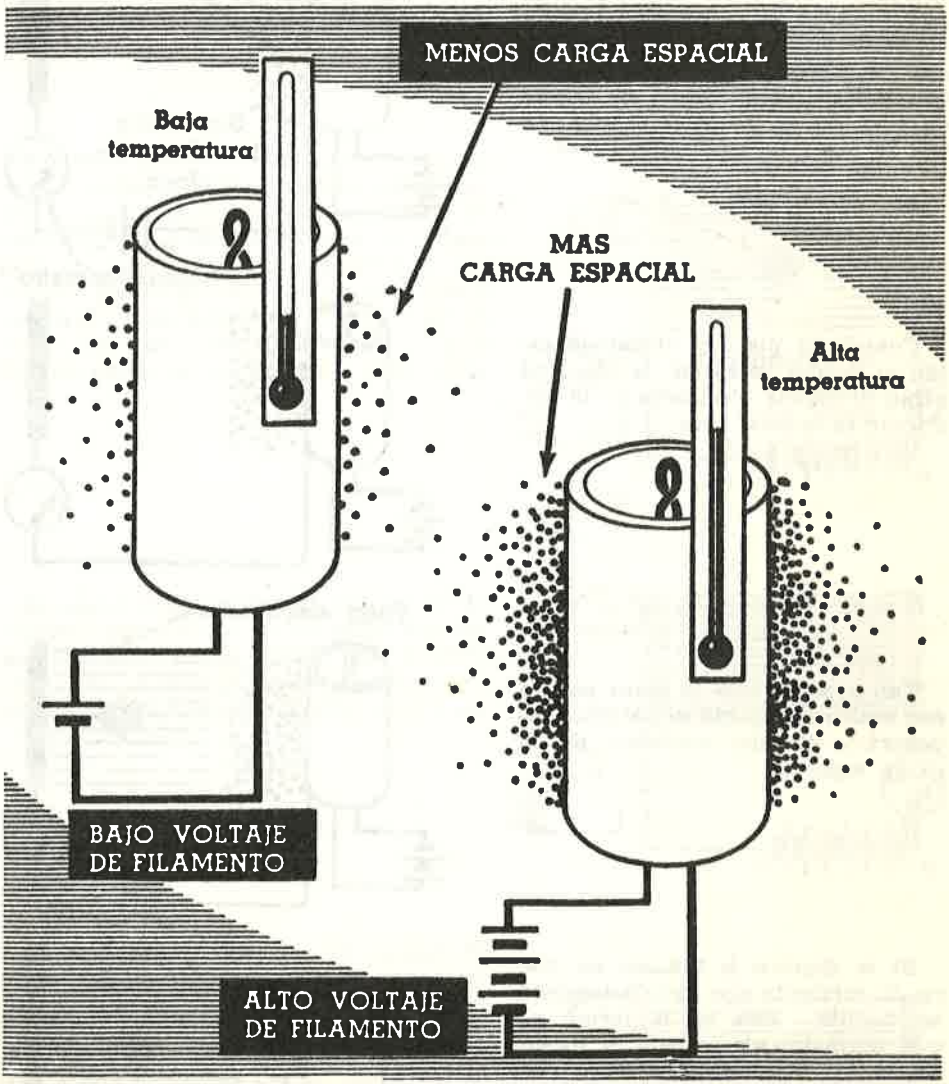
Algunos tubos, tales como la válvula de Fleming o el rectificador tipo 80, tienen lo que se llama cátodo de calentamiento directo, lo que significa que no existe manguito alrededor del filamento y es el mismo filamento el emisor de electrones.



Como pueden emitir mayor cantidad de electrones que los de calentamiento indirecto, los cátodos de calentamiento directo se emplean en tubos de vacío proyectados para fuentes de alimentación que suministran corrientes intensas. Los cátodos de calentamiento indirecto se usan más frecuentemente en fuentes de alimentación para corrientes débiles. Teniendo el calefactor (filamento) y el emisor de electrones (cátodo) separados, el tubo de calentamiento indirecto permite la separación de los circuitos eléctricos del filamento y del cátodo.

Emisión electrónica (continuación)

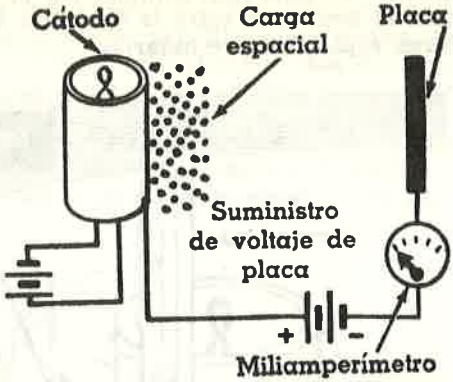
Si el cátodo y el filamento estuviesen solos en la ampolla de cristal, los electrones emitidos formarían una nube llamada "carga espacial" alrededor del cátodo. Como los mismos electrones, la carga espacial está cargada negativamente y por lo tanto tiende a repeler otros electrones e impedir que mayor número de ellos sean emitidos por el cátodo. Después de un instante, se alcanzará el equilibrio entre la tendencia del cátodo a emitir electrones y la de la carga espacial de rechazarlos.



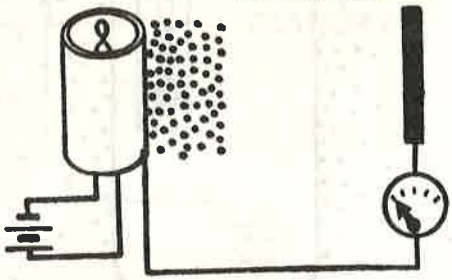
Para aumentar la emisión de electrones, usted tendría que elevar la temperatura del cátodo aumentando la corriente de filamento. Si, por el contrario, se rebaja la temperatura del cátodo, la carga espacial forzará a algunos de sus electrones a volver a entrar en el cátodo, disminuyendo la emisión. El voltaje del calefactor de un tubo es fijo, ordinariamente. Diversos tipos de tubos operan con voltajes de CA o CC que varían desde 1.25 hasta 117 volts.

Cómo circula la corriente en un diodo

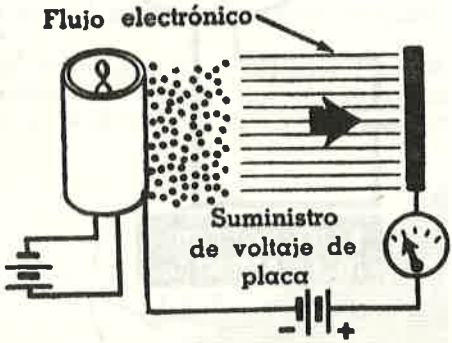
Cuando se coloca una placa cargada positivamente alrededor del cátodo, los electrones de la carga espacial son atraídos. El número de electrones que fluye hacia la placa depende de la diferencia de potencial entre la placa y el cátodo.



Cuando la placa es *más negativa* con respecto al cátodo, no circula corriente del cátodo a la placa porque la placa negativa repele los electrones. La corriente no puede circular de la placa al cátodo, ya que la placa no emite electrones.



Cuando la placa y el cátodo están al *mismo potencial,* la placa ni atrae ni repele electrones — la corriente es todavía cero.



Tan pronto como la placa pasa a ser *positiva* respecto al cátodo, empezará a circular corriente de la carga espacial.

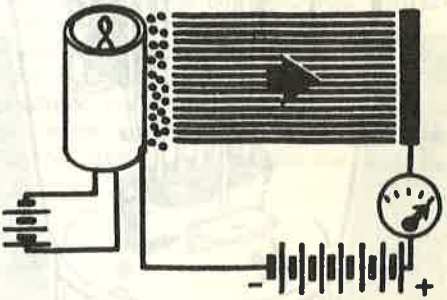
Si se duplica la tensión de placa, la corriente que circula también se duplica. Esta es la forma en que normalmente trabaja el diodo. *En cuanto la placa es positiva respecto al cátodo, cualquier variación de la tensión de placa determina una variación proporcional en la corriente de placa.*

Cómo circula la corriente en un diodo (continuación)

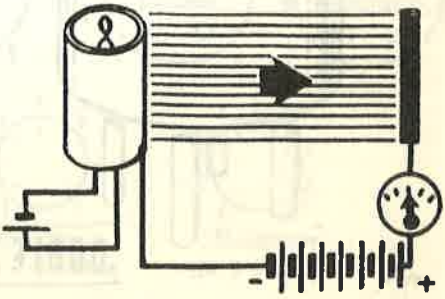
Ahora que la placa es muy positiva respecto al cátodo, el miliamperímetro indica que está circulando una corriente muy intensa. La placa está atrayendo a los electrones tan rápidamente como el cátodo puede emitirlos.

En este punto, un incremento mayor de la tensión de placa no trae como consecuencia un aumento de corriente. La corriente no aumenta porque el cátodo está emitiendo todos los electrones que puede. No es normal operar el diodo a una tensión de placa tan elevada que las variaciones de tensión de placa no produzcan variación en la corriente de placa.

Si ahora aumentamos el voltaje de filamento por encima de su valor normal, permitimos al cátodo emitir más electrones, y con la misma tensión de placa que antes, observamos que circula mayor corriente de placa.



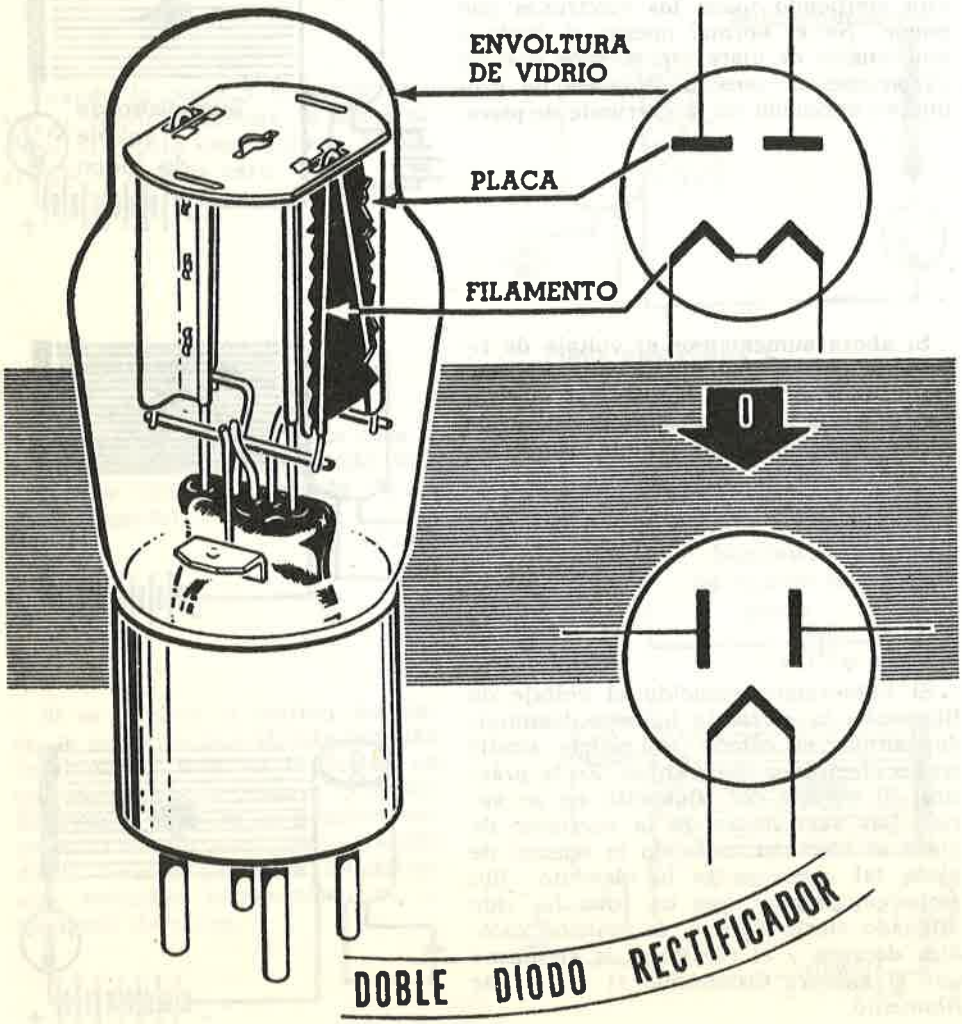
Si hubiéramos reducido el voltaje de filamento, la corriente hubiera disminuído porque el cátodo no podría emitir tantos electrones como antes. En la práctica, el voltaje del filamento no se varía. Las variaciones de la corriente de placa se efectúan variando la tensión de placa tal como ya se ha descrito. Sin embargo, después que un tubo ha sido utilizado cierto tiempo, la emisión catódica decrece y el resultado es el mismo que si hubiera disminuído el voltaje de filamento.



El tubo rectificador

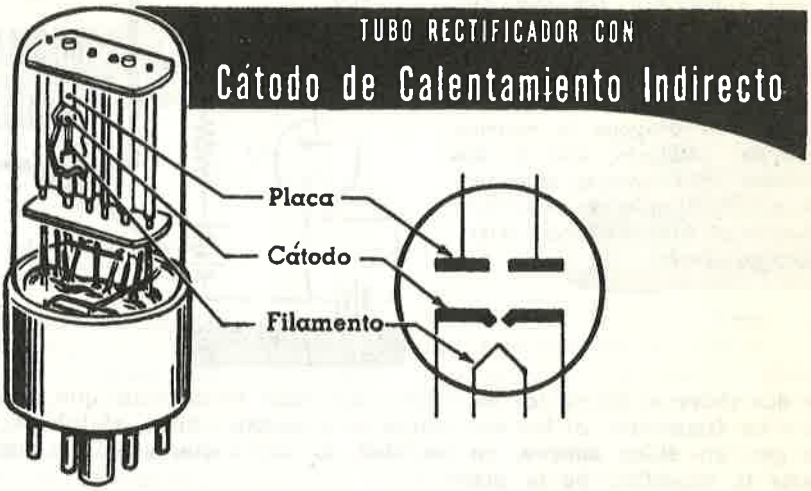
El proceso de transformar la CA en CC se llama "rectificación". Para cambiar la CA en CC se debe emplear un dispositivo que permita circular a la corriente en un sentido solamente. Un diodo es uno de tales dispositivos, ya que permite circular a la corriente solamente del cátodo a la placa. La corriente no circula de la placa al cátodo porque la placa no está caliente y en consecuencia no emite electrones. Como la placa no emite electrones, pero cuando sea positiva atraerá electrones de la carga espacial formada por el cátodo, el diodo es conductor solamente desde el cátodo hacia la placa, pero no desde la placa hacia el cátodo.

Cualquier diodo rectificará CA en CC, pero algunos están especialmente diseñados para ser utilizados en fuentes de alimentación y a esos se les llama tubos rectificadores. Un tubo rectificador típico con su símbolo esquemático se representa más abajo. Es un doble diodo (dos diodos en la misma ampolla de vidrio) y tiene cátodo de calentamiento directo. Un filamento que al mismo tiempo hace de cátodo está suspendido dentro de cada placa metálica y los dos filamentos están internamente conectados en serie.



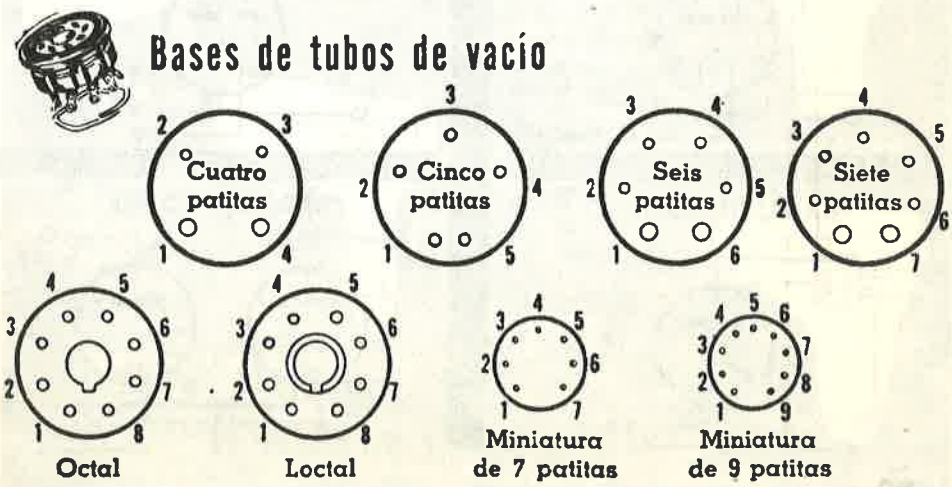
El tubo rectificador (continuación)

Algunos tubos rectificadores tienen cátodos de calentamiento indirecto. Más abajo se representa un tubo típico de esta clase. Los diferentes tipos de tubos de vacío se identifican mediante un sistema de numeración, que usted encontrará más adelante, que indica determinadas características del tubo. El rectificador representado en la página anterior es tipo 80 y el representado más abajo es un 117Z6-GT.



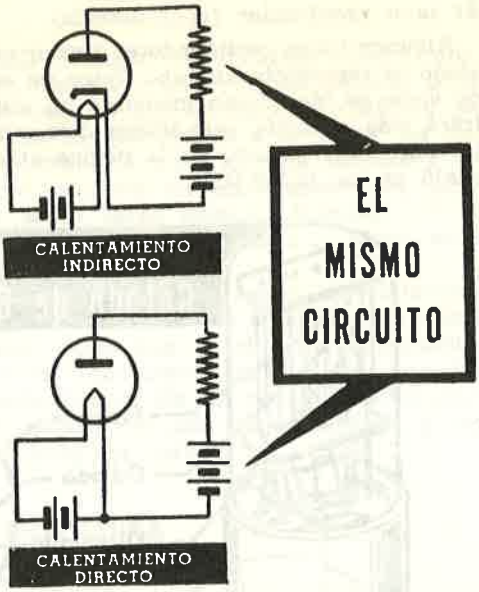
Los tubos de vacío se construyen con una base de enchufe que se adapta a un zócalo. El zócalo está conectado de manera permanente al circuito y el tubo se puede sacar y cambiar con facilidad. Los tubos de vacío tienen una vida relativamente corta en comparación con la de otros componentes utilizados en equipos electrónicos, por lo que es necesaria su facilidad de recambio.

Si bien se emplean muchos tipos especiales de zócalos, la mayor parte de los tubos de vacío usados en electrónica necesitan uno de los ocho zócalos representados más abajo. Un método de clasificar los tubos es según el zócalo que necesitan. También se ilustra el sistema de numeración de las patitas, el cual se refiere al zócalo visto por debajo, ya que el alambrado del circuito se hace por este lado.



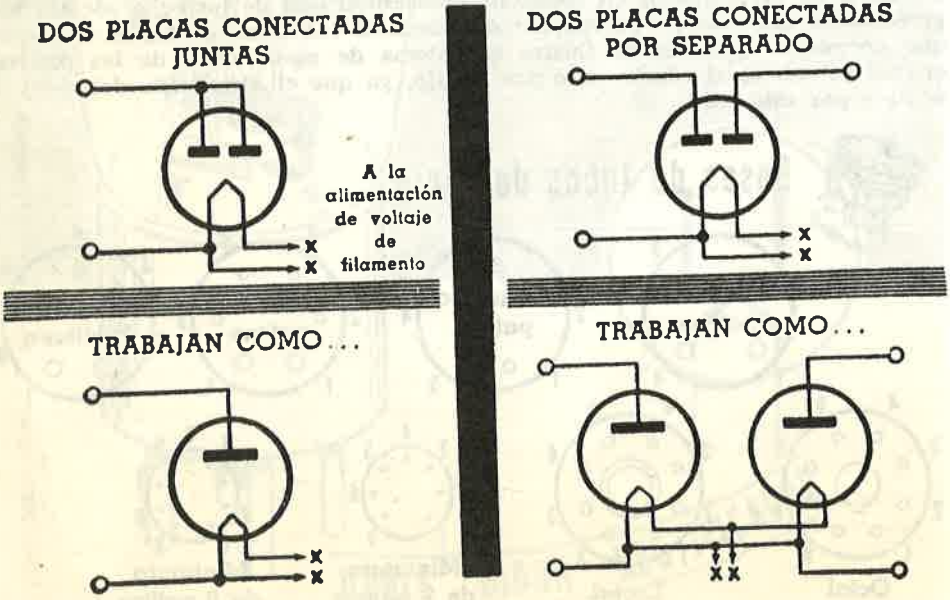
El tubo rectificador (continuación)

En un tubo de calefacción indirecta, el cátodo y el filamento son elementos separados y están conectados a circuitos separados. En un tubo de calentamiento directo, el filamento reemplaza los dos elementos y está conectado a dos circuitos. Los conductores de filamento están conectados a un bajo voltaje de unos 5 volts que calienta al filamento y provoca la emisión termoiónica. Además, uno de los conductores del filamento se conecta al circuito al que se conectaría el cátodo si el tubo fuese de calentamiento indirecto.



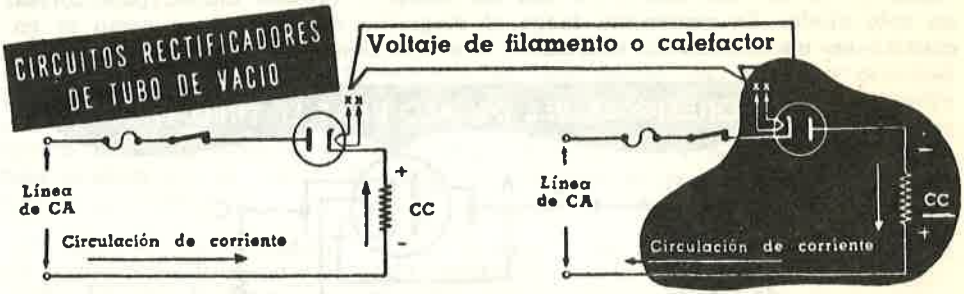
Hay dos sistemas diferentes de utilizar un tubo rectificador que tenga dos placas y un filamento. Si las dos placas se conectan juntas, el tubo actúa lo mismo que un diodo porque, en realidad, lo único que usted ha hecho es aumentar la superficie de la placa.

El otro sistema es conectar separadamente las placas a diferentes partes del circuito. De esta manera las placas no estarán al mismo potencial y el efecto es idéntico a usar dos diodos separados con los cátodos (o filamentos) conectados juntos. De cualquier manera que se haga la conexión, sólo habrá circulación de corriente a través de la placa cuyo potencial sea positivo respecto al del filamento.

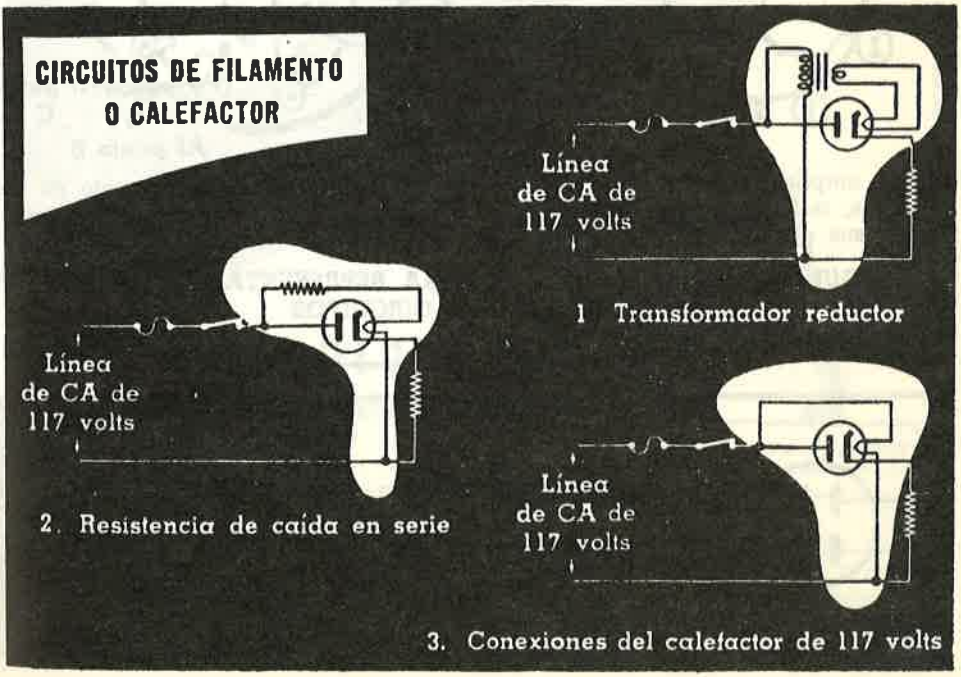


Circuito rectificador de media onda con tubo de vacío

El tubo rectificador diodo puede usarse en un circuito rectificador de media onda en lugar del rectificador de selenio si se dispone de una fuente de tensión capaz de suministrar la corriente de filamento que necesita el tubo rectificador. El circuito rectificador básico que utiliza tubo de vacío, se representa más abajo. Si se invierten las conexiones de la placa y el cátodo, la polaridad de la tensión de salida de CC queda invertida.

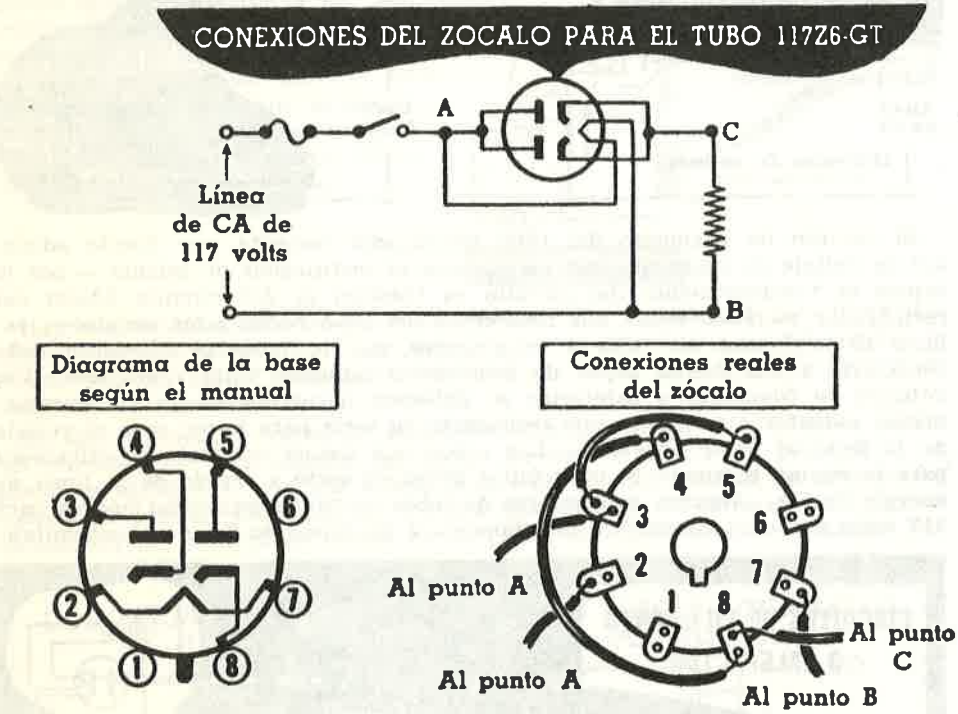


El circuito de filamento del tubo rectificador necesita una fuente adicional de voltaje de filamento que no necesita el rectificador de selenio — por lo demás el funcionamiento del circuito es idéntico al del circuito básico del rectificador metálico seco. Los filamentos del tubo rectificador requieren valores determinados en volts y en amperes, por lo tanto el filamento debe conectarse a una fuente capaz de suministrar aquellos volts y amperes. Los voltajes de filamento o calefactor se obtienen normalmente de un transformador reductor o mediante una resistencia en serie para hacer caer el voltaje de la línea al valor adecuado. Los tubos que tienen calefactores calculados para la misma corriente se conectan a veces en serie a través de la línea de energía de CA. Algunos calefactores de tubos rectificadores están hechos para 117 volts y pueden conectarse directamente a las líneas de CA de aquel voltaje.



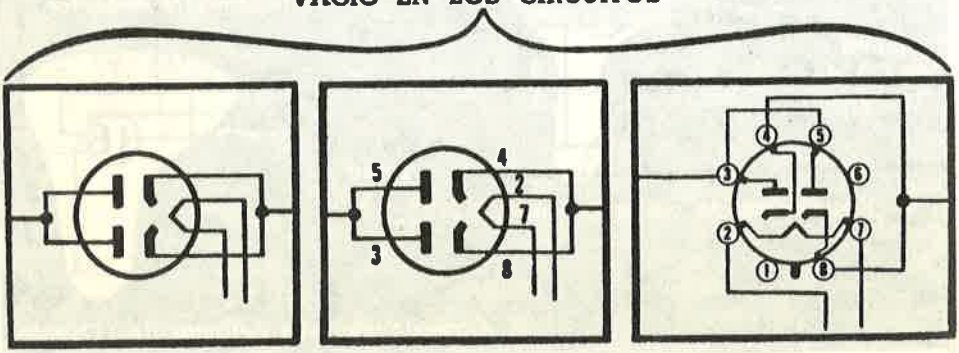
Conexiones de los circuitos con tubos al vacío

En los esquemas de circuitos electrónicos, los tubos de vacío, al igual que los demás elementos, se representan por símbolos. Usualmente el símbolo indica solamente la conexión del elemento del tubo a las diversas partes del circuito. Para conectar el zócalo es necesario remitirse a un manual de tubos (manual de válvulas) que indica los números de las patitas correspondientes a cada elemento del tubo. En el dibujo que sigue, se ve un esquema del que forma parte un tubo 117Z6-GT con las placas y cátodos unidos para formar un solo diodo. Se representa luego el diagrama de la base tal como se encuentra en un manual de válvulas y las conexiones reales del zócalo.



Hay amplia variación en el método de representar el tubo de vacío en un esquema, indicándose algunas veces los números de las patitas que corresponden a sus elementos.

ALGUNOS METODOS USADOS PARA REPRESENTAR TUBOS DE VACIO EN LOS CIRCUITOS

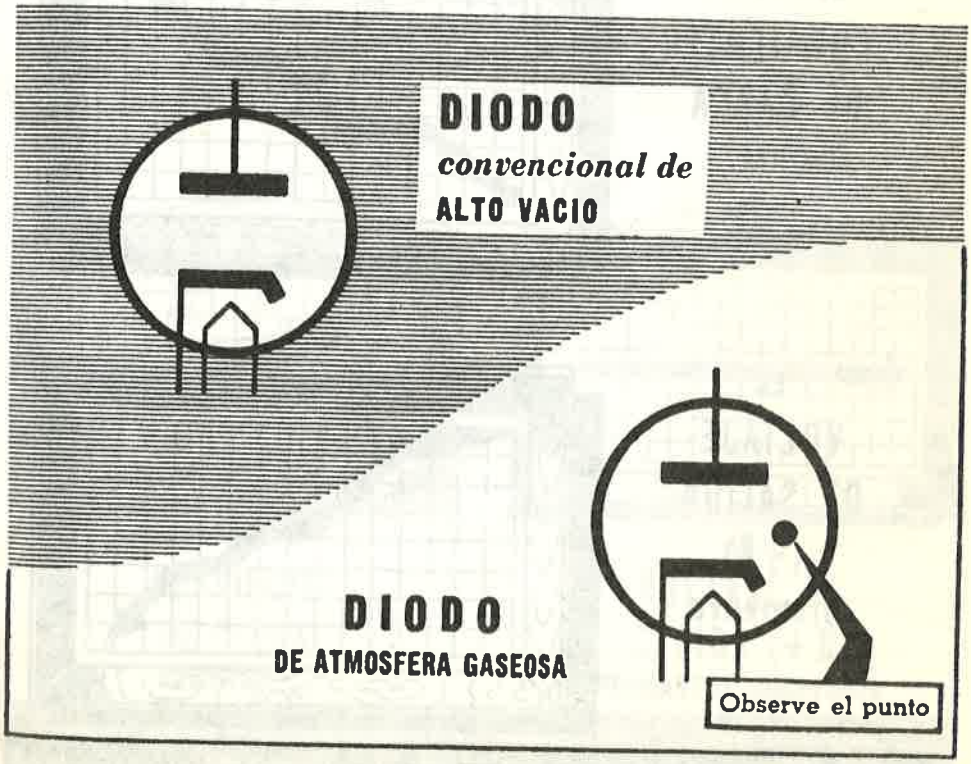


El diodo de atmósfera gaseosa

Usted ya ha estudiado dos clases de dispositivos rectificadores — el diodo de alto vacío y el rectificador metálico seco. Se le ha enseñado que el rectificador metálico seco podría usarse en el mismo circuito que el diodo y trabajar de la misma manera. Ahora usted va a familiarizarse con un tercer tipo de dispositivo rectificador que se usa en circuitos similares y trabaja en forma muy parecida.

No todos los diodos son tubos de vacío. En algunos, todo el aire es extraído de la ampolla, pero antes de cerrarla, se deja entrar una pequeña cantidad de gas químicamente inerte. Así pues, en lugar de alto vacío el tubo tendrá una pequeña presión de gas en su interior. Existe un tubo gaseoso que tiene dentro de él una pequeña cantidad de mercurio que se vaporiza a causa de la baja presión que lo rodea. El vapor de mercurio actúa de la misma manera que un gas inerte tal como el neón o el argón.

El símbolo representativo del tubo gaseoso o de vapor de mercurio difiere del símbolo del tubo de alto vacío únicamente en un punto que indica la presencia del gas. Siempre que usted vea aquel punto en el símbolo de un tubo, sabrá que se trata de un tubo de tipo gaseoso.

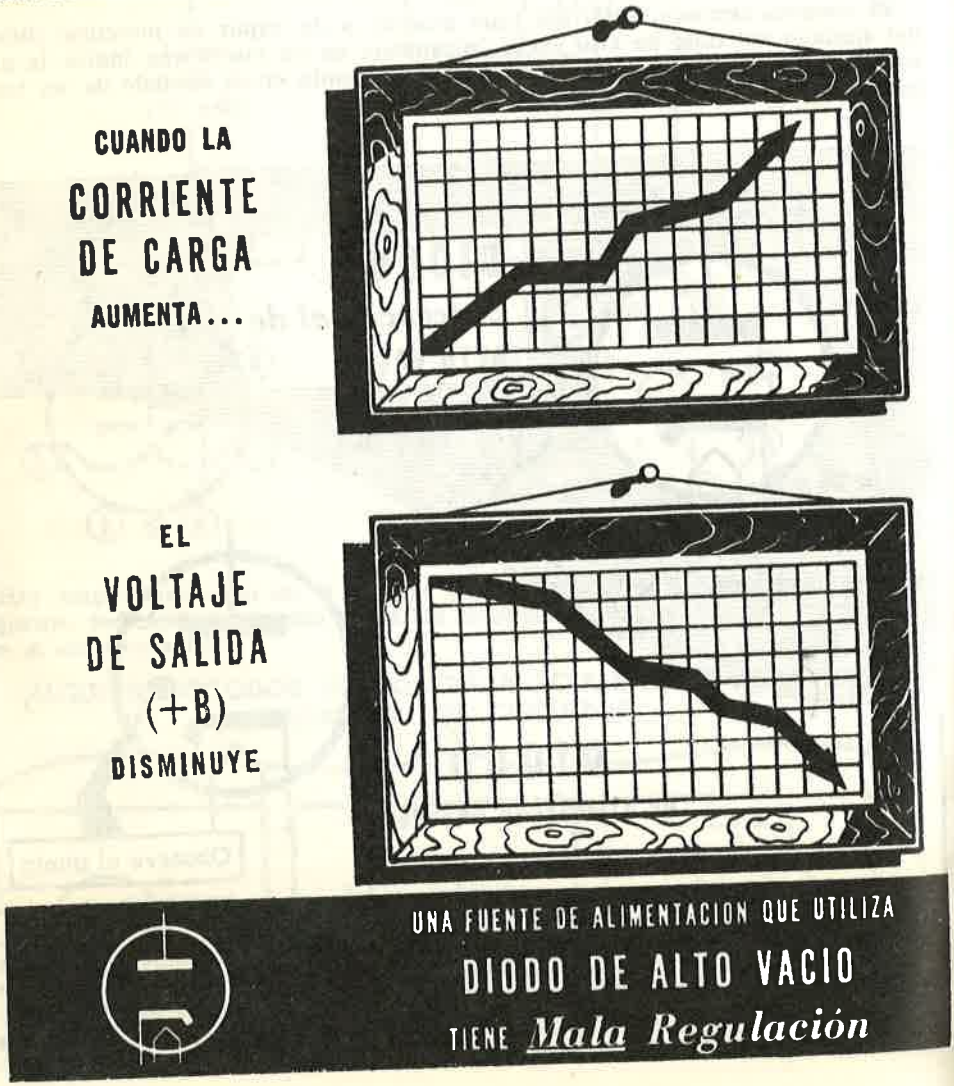


Como puede ver en el dibujo, un tubo gaseoso tiene el mismo tipo básico de conjunto calefactor y cátodo que el diodo normal. Muchos tubos gaseosos tienen cátodos de calentamiento directo similares a los del tipo 80, diodo rectificador de alto vacío. Además, la misión del cátodo es la misma en los dos tipos — emitir electrones.

El diodo de atmósfera gaseosa (continuación)

Un diodo actúa precisamente como una resistencia común mientras el tubo conduce corriente. Ello es un inconveniente. Veamos porqué.

Cuando usted saca poca corriente de una fuente de alimentación que tiene un rectificador de alto vacío, hay solamente una pequeña caída de tensión a través del diodo. En consecuencia, el voltaje +B es muy alto. En cambio, cuando se saca mucha corriente de la fuente de alimentación, la caída a través del tubo llega a ser muy grande y el voltaje +B cae a un bajo valor. Por esta razón, una fuente de alimentación que utiliza un diodo de alto vacío no tiene buena regulación. Regulación es la medida de la constancia en el voltaje de salida que puede mantener una fuente de alimentación cuando la corriente varía desde cero hasta un valor dado. A causa de su pobre regulación, los rectificadores de alto vacío no se emplean en fuentes de alimentación que deban suministrar corrientes intensas.

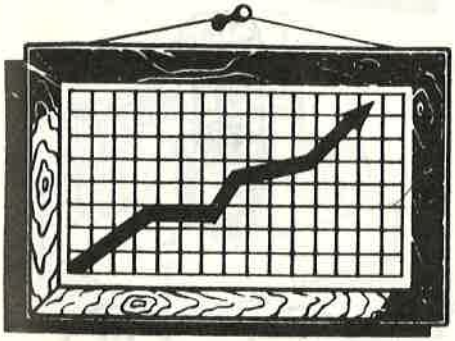


El diodo de atmósfera gaseosa (continuación)

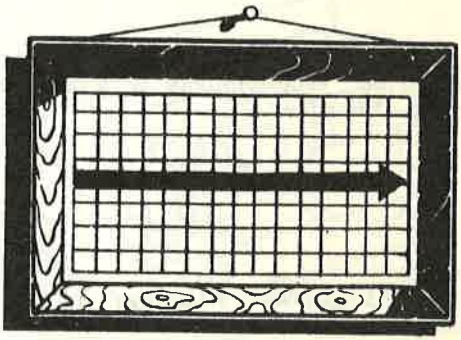
En un diodo gaseoso, los electrones circulan del cátodo a la placa como en cualquier diodo. Estos electrones, atravesando el gas a velocidades relativamente elevadas, arrancan uno o más electrones de los átomos del gas, dejando al átomo con una carga positiva, diciéndose que el gas se ha ionizado. Los iones positivos (átomos a que los que se ha arrancado electrones) se dirigen al cátodo y toman los electrones que les faltan. Un instante después, otro electrón en rápido movimiento arranca algunos electrones del átomo neutro, ionizándolo de nuevo. De esta manera el gas contiene siempre algunos átomos ionizados. El gas ionizado tiene una asombrosa propiedad. Cuando fluye una débil corriente a través del tubo, se produce una caída de tensión a través del tubo de unos 15 volts. Cuando pasa mucha corriente a través del tubo, la caída de tensión a su través es igualmente de unos 15 volts. Hay muy poca variación en esta caída de tensión al variar la corriente dentro de amplios límites.

Usted puede observar que si la caída de tensión a través del tubo gaseoso es constante para diferentes corrientes de carga, el voltaje + B no variará tanto como lo hacía en la fuente de alimentación que utiliza un tubo de alto vacío. Por este motivo, el tubo gaseoso hace que la fuente de alimentación tenga un voltaje de salida mucho mejor regulado que las que utilizan el tubo de alto vacío.

Usted encontrará rectificadores gaseosos usados en todas las fuentes de alimentación que deben suministrar intensas corrientes de carga. A causa de la pequeña caída a través del rectificador gaseoso, la fuente de alimentación será mucho más eficaz que si se hubiera empleado el tubo de alto vacío.



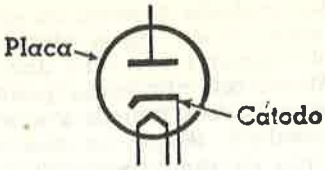
CUANDO LA
CORRIENTE
DE CARGA
AUMENTA...



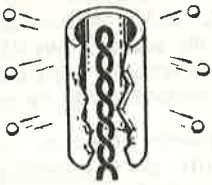
EL
VOLTAJE DE
SALIDA (+B)
PERMANECE CONSTANTE

Repaso de tubos rectificadores al vacío.

DIODO DE VACIO — Tubo de vacío de dos elementos que consta de un cátodo calentado y una placa metálica encerrados en una ampolla o tubo de vidrio del cual se ha extraído el aire.



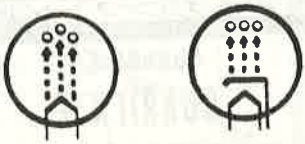
EMISION ELECTRONICA — Acción del cátodo al desprender electrones cuando dicho cátodo es calentado.



CARGA ESPACIAL — Carga negativa en el área que rodea al cátodo, producida por la emisión de electrones del cátodo.

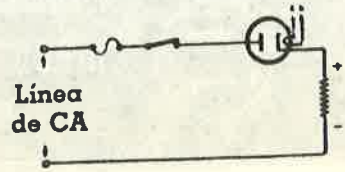
TUBO RECTIFICADOR — Tubo de vacío construído especialmente para utilizarse como rectificador.

FILAMENTOS — Alambres delgados usados para calentar el cátodo en un tubo de vacío. En los tubos de calentamiento directo, el filamento y el cátodo están constituídos por el mismo alambre mientras que en los tubos de calentamiento indirecto se llama filamento al calefactor utilizado solamente para calentar al cátodo.



Calentamiento directo — Calentamiento indirecto

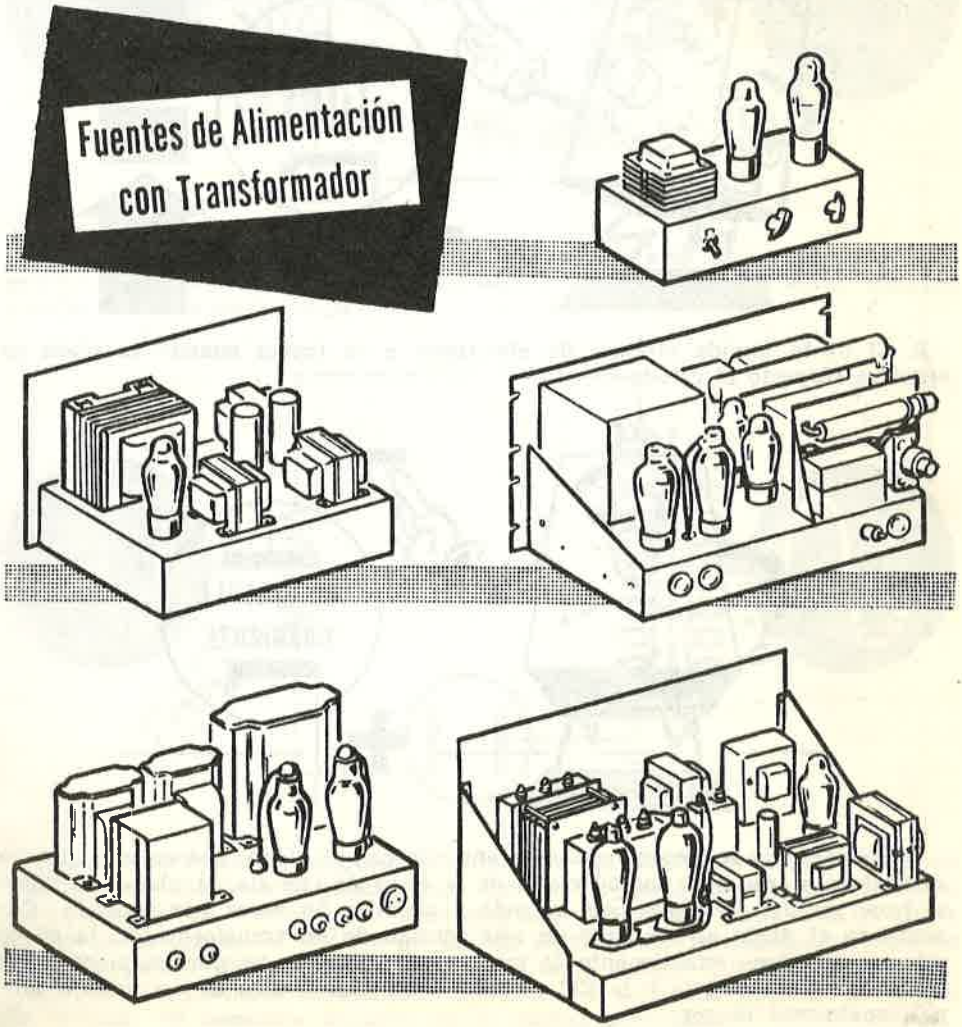
CIRCUITO RECTIFICADOR BASICO DE TUBO DE VACIO — Diodo conectado en serie con una fuente de tensión de CA para transformar la CA en CC.



Fuentes de alimentación con transformador

Los dos circuitos rectificadores básicos que se han estudiado se usan para transformar los 220 (o 117) volts CA de la línea en CC. Estos circuitos rectificadores se emplean frecuentemente para fuentes de alimentación económicas cuando no es necesario aislar al circuito rectificador de la línea de energía de CA o para obtener voltajes de CC del orden de 120 volts.

Intercalando en el circuito un transformador entre la línea de energía y el rectificador, la tensión de CA puede aumentarse o disminuirse, dando lugar a un aumento o disminución correspondiente de la tensión de CC de salida. También la salida del circuito rectificador quedará completamente aislada de la línea y pueden obtenerse varias tensiones de filamento mediante bobinados secundarios adicionales en el transformador. A causa de las diferentes tensiones requeridas y la necesidad de aislar los circuitos en los equipos electrónicos, la mayor parte de las fuentes de alimentación son del tipo a transformador. Algunas fuentes típicas de esta clase están representadas abajo.

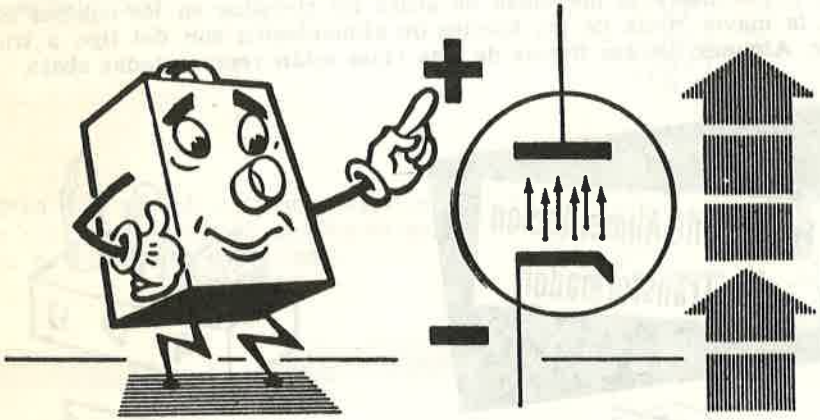


El diodo en un circuito con transformador

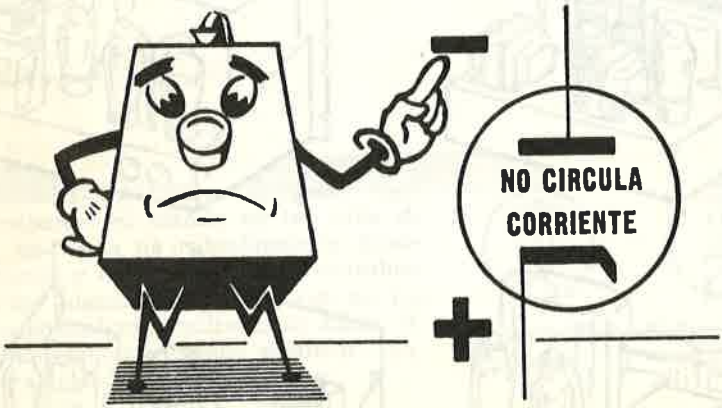
Todos los rectificadores, incluso los de media onda, transforman la tensión de CA en tensión pulsatoria de CC. Cada rectificador lo lleva a cabo permitiendo a la corriente circular solamente en un sentido y solamente existen pequeñas diferencias en los diversos circuitos rectificadores. Usted va a ver cómo el circuito rectificador de media onda con transformador verifica la transformación de CA en CC pulsatoria.

La acción rectificadora de este circuito se basa en el funcionamiento del diodo como tubo rectificador. La teoría del funcionamiento del diodo ha sido tratada ya, pero para comprender la función del diodo en el circuito con transformador, usted debe repasar estos dos hechos.

1. El diodo permite el paso de electrones a su través solamente cuando la placa es positiva respecto al cátodo.



2. El diodo impide el paso de electrones a su través cuando la placa es negativa respecto al cátodo.

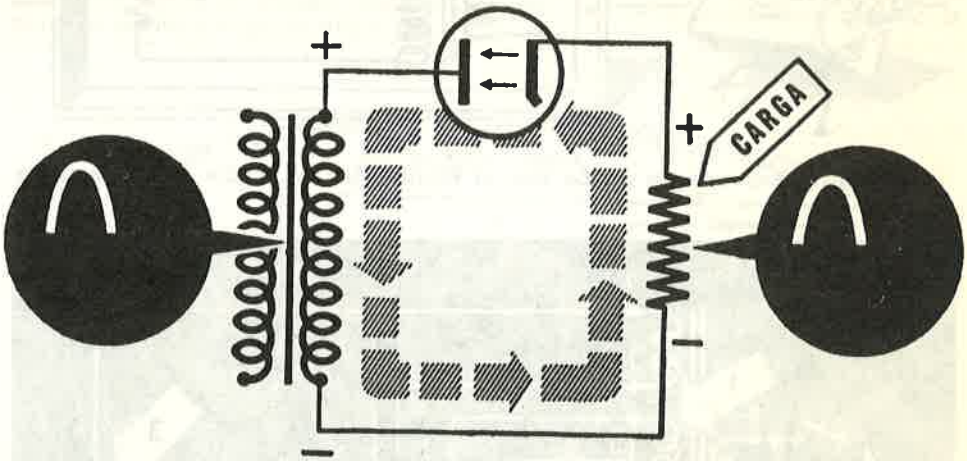


Usted sabe, de su experimentación anterior con el diodo, que cuando el tubo se conecta a través de los 50 ciclos de la línea de energía, la placa del diodo se hace positiva 50 veces por segundo y negativa 50 veces por segundo. Conectando el diodo al bobinado de alta tensión de un transformador, la situación se mantiene exactamente la misma salvo que la tensión impuesta a la placa es mucho mayor y la CC pulsatoria resultante será de un voltaje proporcionalmente mayor.

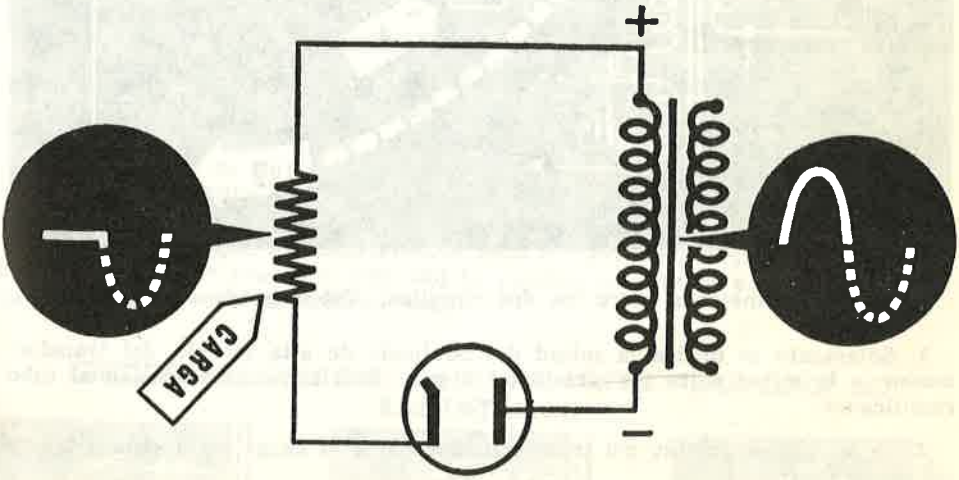
El diodo en un circuito con transformador (continuación)

Suponga que usted coloca el diodo en un sencillo circuito de media onda con transformador y observe cómo transforma la CA en CC.

Cuando el voltaje del transformador hace positiva la placa del tubo rectificador, circulan electrones y aparece una tensión a través de la carga.

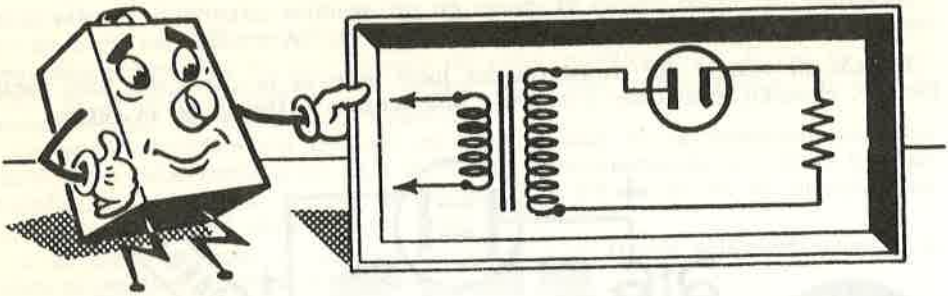


Cuando el voltaje del transformador hace negativa la placa del tubo rectificador, los electrones no pueden circular y no aparece, por tanto, ninguna tensión a través de la carga.

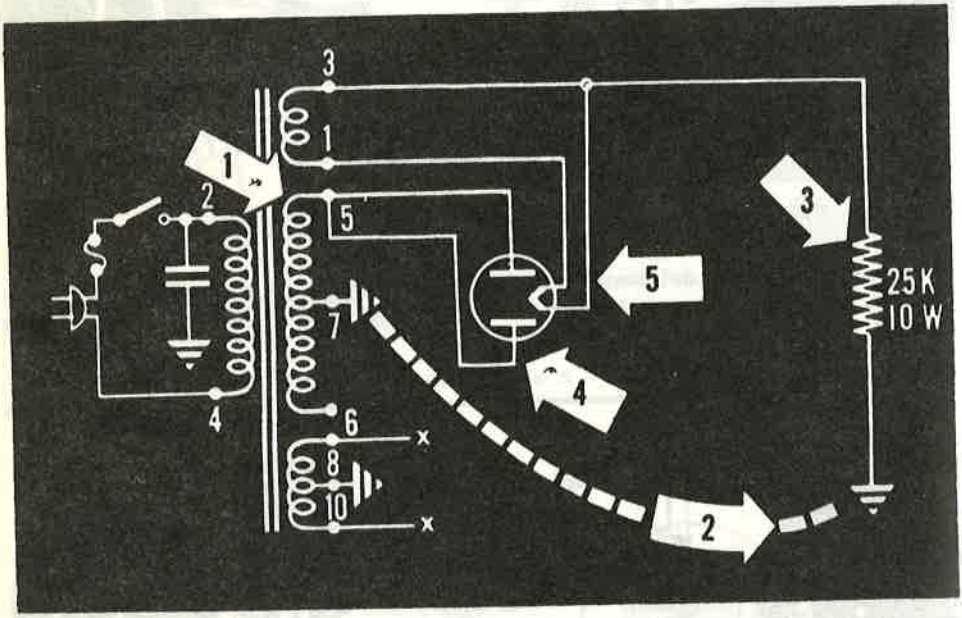


El diodo rectificador, al permitir circular a los electrones solamente en un sentido (del cátodo a la placa) hace circular impulsos de corriente a través de la carga y en consecuencia hace aparecer un voltaje pulsatorio de CC a través de la carga. El voltaje de CA de entrada del transformador aparece como un voltaje pulsatorio de CC a través de la carga. Observe que el rectificador de media onda ha utilizado solamente el semiciclo positivo de la CA de entrada. El semiciclo negativo no se utiliza para nada.

Esquema de un circuito con transformador



Compare el esquema de arriba con el rectificador de media onda de abajo.



Observe la semejanza entre los dos circuitos. Usted puede observar que:

1. Solamente se utiliza la mitad del bobinado de alta tensión del transformador — la mitad entre los terminales 5 y 7. Esta suministra tensión al tubo rectificador.

2. El paso de corriente del transformador hacia la carga se efectúa a través del chasis (tierra).

3. La carga está representada por la resistencia de 25 K.

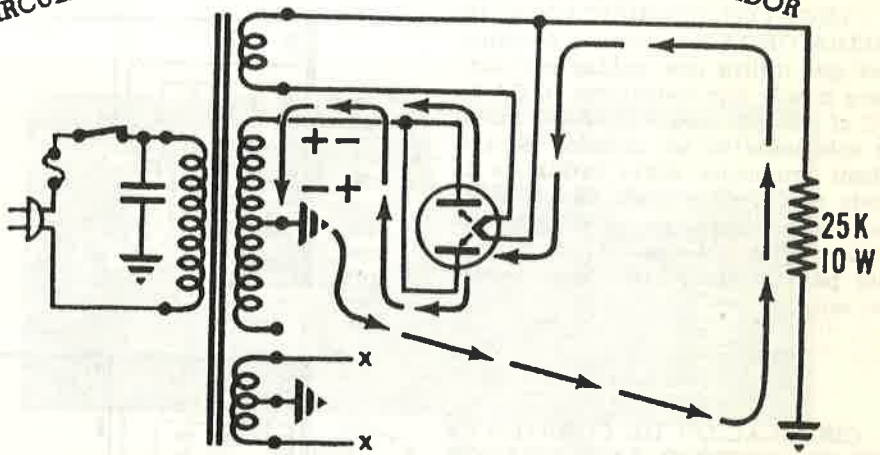
4. Las dos placas del tubo rectificador se han conectado juntas de manera que el tubo trabaja como un diodo simple.

5. El tubo es de cátodo calentado directamente. Por lo tanto, el cátodo está conectado al bobinado de filamento del transformador —terminal 1 y terminal 3— lo mismo que la carga.

Funcionamiento del circuito con transformador

El funcionamiento básico del circuito rectificador de media onda que se acaba de mostrar se describió anteriormente. En el esquema del circuito dibujado la circulación de corriente a través del mismo se indica mediante flechas. Los signos + y — muestran la inversión de la polaridad de la tensión secundaria del transformador a cada semiciclo. El tubo rectificador es conductor solamente desde el cátodo (filamento) hacia la placa, únicamente cuando la placa es positiva respecto al cátodo.

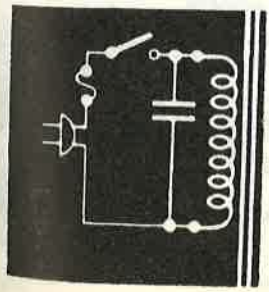
CIRCULACION DE CORRIENTE EN EL CIRCUITO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

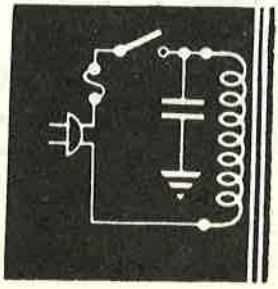


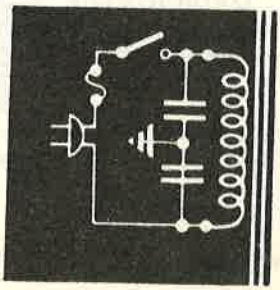
→ La corriente circula durante medio ciclo mientras las placas son positivas.

El condensador de .001 mfd. utilizado no afecta el funcionamiento básico del circuito como rectificador de media onda. Este condensador se conecta desde un extremo de la línea de energía de CA a tierra para reducir la interferencia eléctrica y evitar que tal interferencia pase a través del circuito rectificador. Los condensadores usados a este objeto pueden conectarse en cualquiera de las disposiciones que se ilustran abajo.

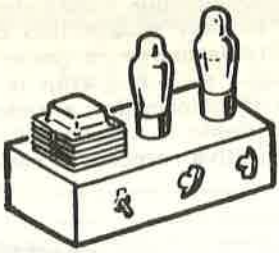
CIRCUITO DE CONDENSADORES DE FILTRO PARA LINEA DE ALIMENTACION



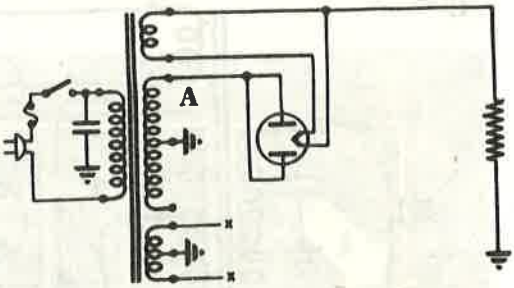




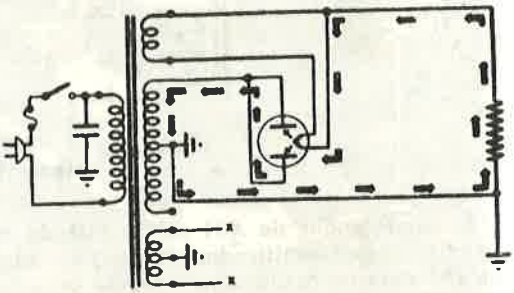
Repaso del circuito rectificador de media onda



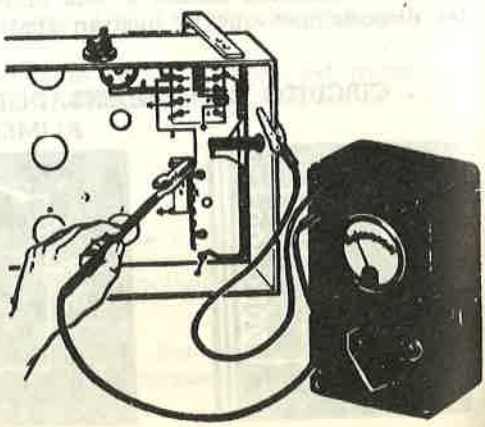
FUENTE DE ALIMENTACION CON TRANSFORMADOR — Fuente de alimentación que utiliza un transformador sea para elevar o reducir el voltaje de CA de la línea de energía para obtener un valor deseado de voltaje de CC de salida.



CIRCUITO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA — Circuito rectificador que utiliza una unidad rectificadora simple que transforma la CA en CC al permitir que la corriente circule solamente en un sentido. Se emplean semiciclos alternados de la onda de CA de energía para obtener una salida pulsatoria de CC. El circuito utiliza a veces un transformador para elevar o reducir el voltaje de salida.



CIRCULACION DE CORRIENTE EN EL CIRCUITO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA — Al aplicar CA a la placa del rectificador la corriente circula solamente durante aquellos semiciclos que son positivos en el extremo de placa del circuito de entrada.

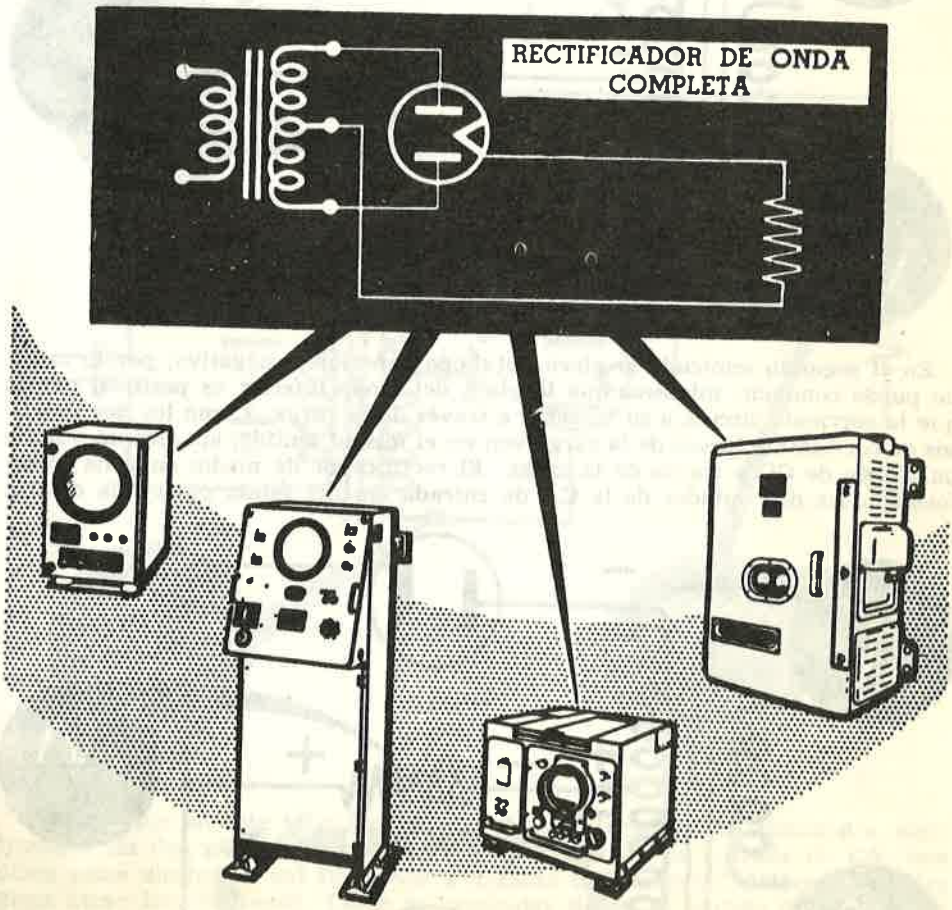


MEDICION DE ALTO VOLTAJE — Siempre use solamente una mano al medir voltajes o probar circuitos en los que está presente un voltaje elevado. Use una punta de prueba que esté aislada y calculada para trabajar con voltajes elevados.

Rectificadores de onda completa

Usted ha visto cómo trabaja el rectificador de media onda. Ahora en las páginas siguientes usted verá cómo el rectificador de onda completa hace el mismo trabajo de manera ligeramente diferente.

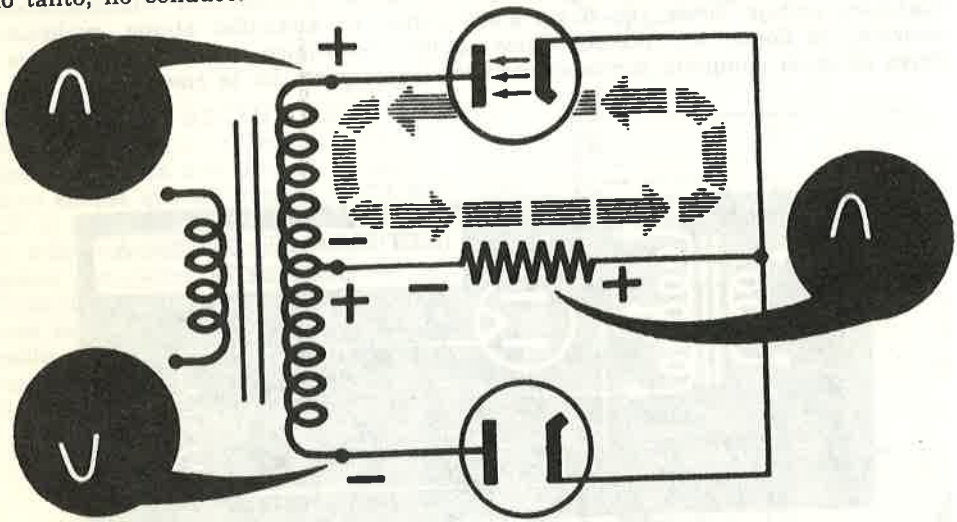
Usted debe conocer el rectificador de onda completa porque se emplea en nueve de cada diez partes de equipo electrónico. Puede estar suministrando cualquier voltaje desde 100 hasta 5.000 volts. En cualquier buque, cualquier estación, en donde sea que se utilice equipo electrónico, encontrará rectificadores de onda completa suministrando la mayor parte de la energía.



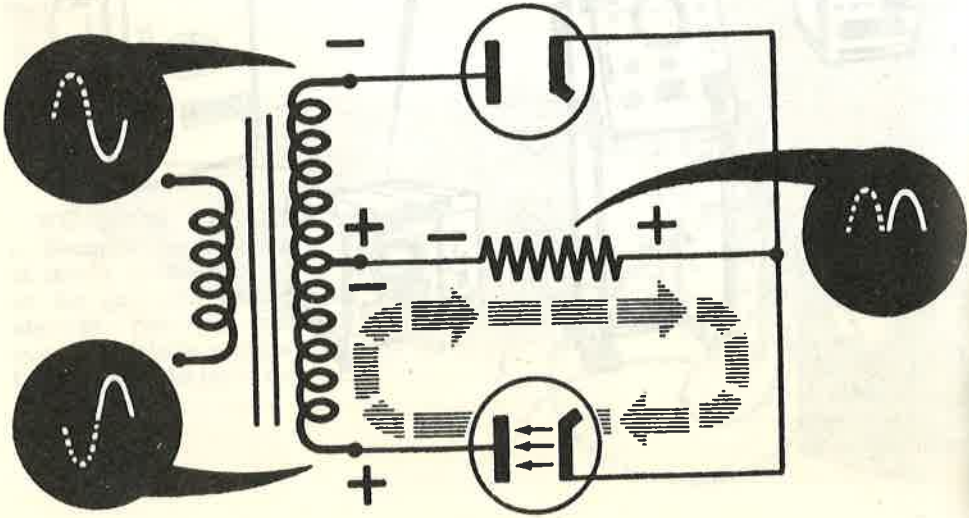
Cómo trabaja el rectificador de onda completa

En un circuito rectificador de onda completa se coloca un diodo rectificador en serie con cada una de las mitades del secundario del transformador y la carga. Realmente, usted tiene dos rectificadores de media onda trabajando sobre la misma carga.

En el primer semiciclo la tensión de CA del transformador hace positiva la placa del diodo rectificador superior de tal manera que atrae electrones y en consecuencia, la corriente circula a través de la carga obteniéndose un impulso de tensión a través de la misma. Observe que, mientras la placa del diodo superior conduce, la placa del diodo inferior es negativa respecto a su cátodo y, por lo tanto, no conduce.



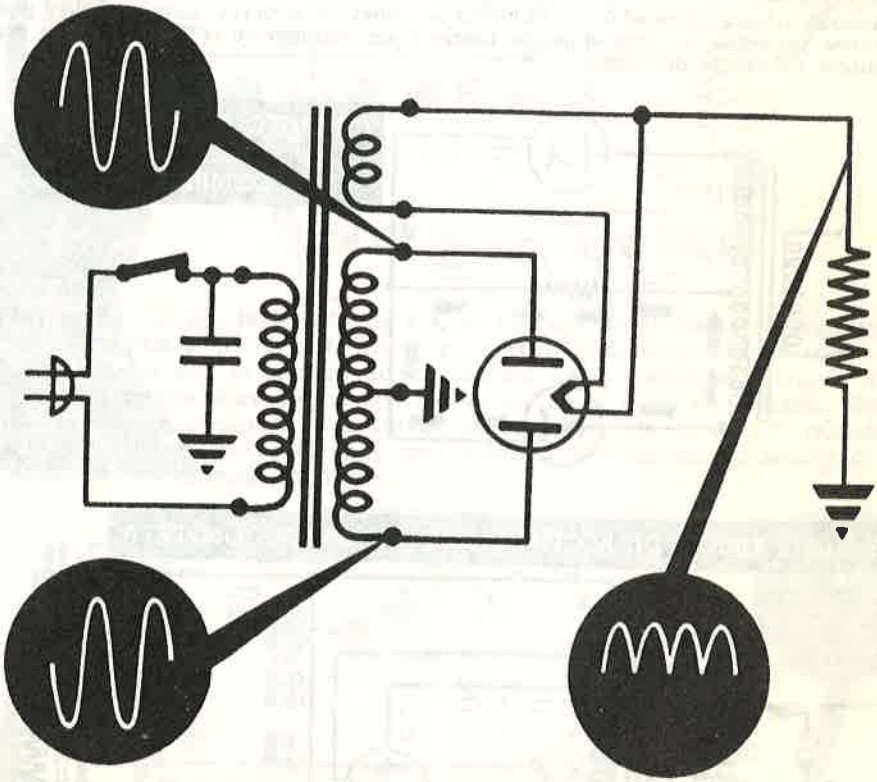
En el segundo semiciclo la placa del diodo superior es negativa, por lo tanto, no puede conducir, mientras que la placa del diodo inferior es positiva, por lo que la corriente circula a su través y a través de la carga. Como los dos impulsos de corriente a través de la carga van en el mismo sentido, aparece un voltaje pulsatorio de CC a través de la carga. El rectificador de media onda ha transformado las dos mitades de la CA de entrada en una salida pulsatoria de CC.



El tubo rectificador de onda completa

El esquema que la página anterior representa, muestra dos tubos rectificadores separados usados en un circuito rectificador de onda completa. Alguna vez usted puede encontrar este circuito utilizado en fuentes de alimentación, pero con más frecuencia se usa un solo tubo en el rectificador de onda completa. Si usted vuelve a observar el esquema de la página anterior, verá que los filamentos de los tubos están conectados juntos. Ya que ello es así, se pueden poner juntos dos tubos rectificadores en una misma ampolla de tal modo que las dos placas compartan el mismo filamento. El tubo rectificador de onda completa contiene entonces dos placas, pero un solo filamento. Un tubo así, es el rectificador tipo 80.

Cuando en un circuito rectificador de onda completa se utiliza un rectificador de onda completa, el esquema del circuito generalmente es así.



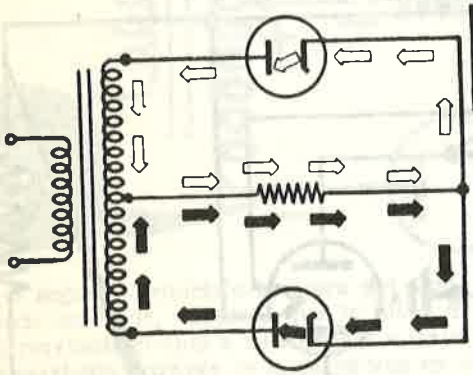
Observe que en este tubo hay solamente un filamento que suministra electrones a las dos placas. Durante una mitad del ciclo de entrada de CA, una placa atrae electrones del filamento y durante la otra mitad del ciclo, la otra placa atrae los electrones. Como en cualquier diodo, el sentido de circulación de la corriente dentro del tubo es siempre *desde* el filamento y esta corriente circula primero hacia una placa y luego hacia la otra. La carga, que está en serie con el filamento, está atravesada, en consecuencia, por una corriente continua pulsatoria.

Circulación de la corriente en los circuitos rectificadores de onda completa

El grabado de abajo compara el trabajo del circuito rectificador de onda completa con el del rectificador básico de onda completa.

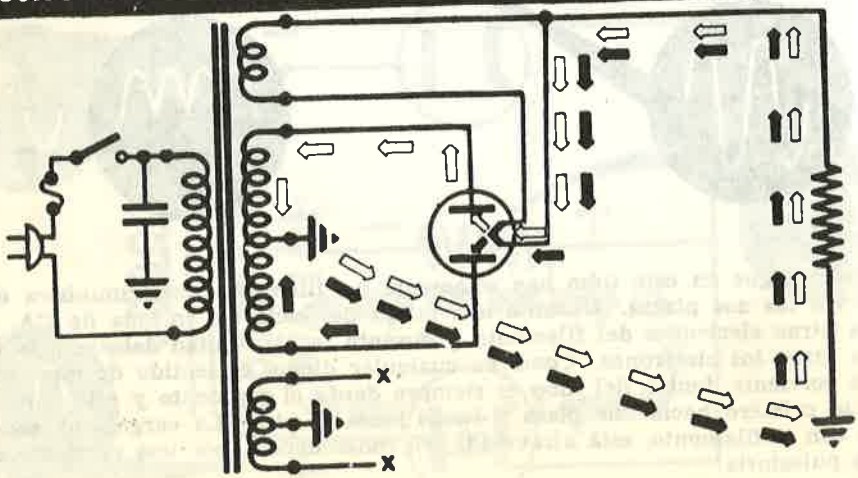
En el circuito básico ilustrado, las placas 1 y 2 del tubo rectificador están conectadas a extremos opuestos del bobinado del transformador de modo que siempre hay una diferencia de fase de 180 grados entre las tensiones aplicadas a las dos placas. La corriente circula solamente hacia aquella placa que es positiva, de modo que la corriente circula desde el cátodo común hacia cada placa durante semiciclos alternados. Como que la resistencia de carga está conectada entre el cátodo y el punto medio del bobinado secundario, la circulación de corriente en la resistencia de carga tiene lugar en el mismo sentido para los dos semiciclos.

En el circuito básico del rectificador de onda completa se emplean dos cátodos, pero como están conjuntamente conectados, puede usarse en su lugar un cátodo común en un circuito típico. También en el circuito básico un extremo de la resistencia de carga se conecta directamente al punto medio del bobinado secundario del transformador no utilizándose conexión a tierra. Esta conexión puede realizarse poniendo a tierra el punto medio y un extremo de la resistencia de carga en puntos diferentes del chasis.



CIRCUITO RECTIFICADOR BASICO DE ONDA COMPLETA

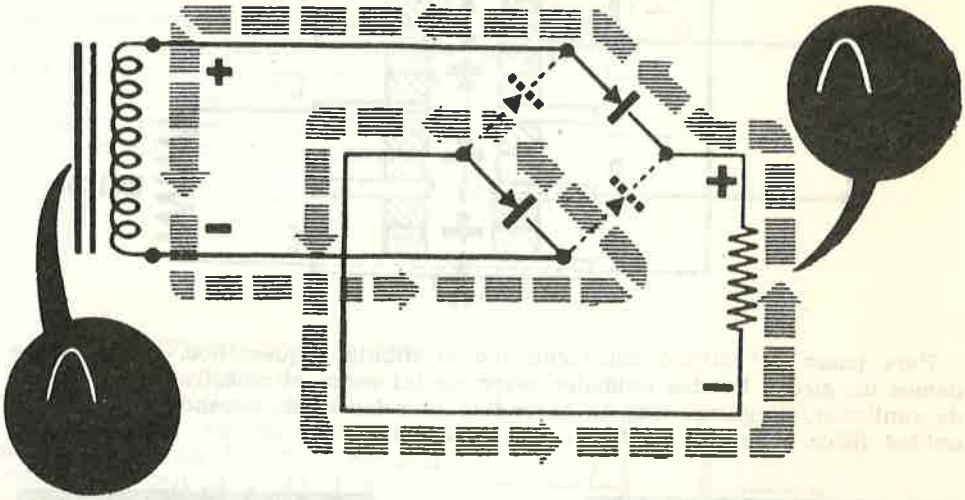
CIRCUITO TIPICO DE RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA



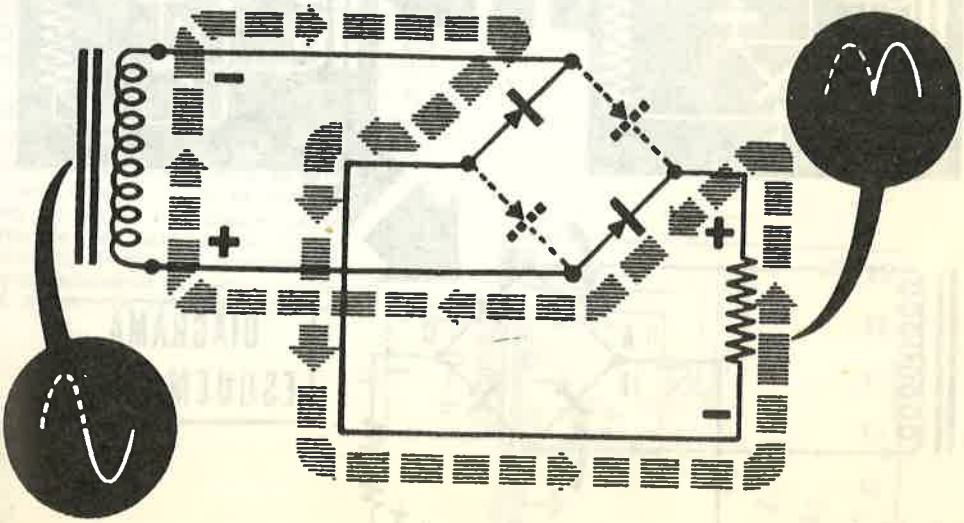
Circuito rectificador en puente

El rectificador en puente, del mismo modo que los otros rectificadores que usted ha estudiado, transforma la tensión de CA en tensión de CC. He ahí cómo lo hace.

Cuatro rectificadores metálicos secos están ligados entre sí con la entrada de CA y la carga tal como se representa. Cuando la tensión de CA de entrada oscila hacia el positivo, la corriente circula desde un lado de la entrada a través de un rectificador metálico seco, a través de la carga y luego a través de otro rectificador metálico seco hasta volver al otro lado de la entrada.

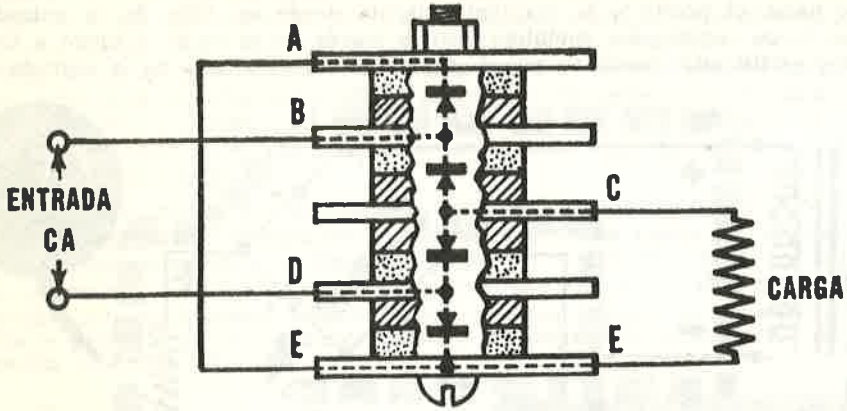


Más tarde, cuando la tensión de CA de entrada oscila hacia el negativo, la corriente circula a través del otro par de rectificadores metálicos secos y la carga. Observe que el sentido de circulación de la corriente a través de la carga es el mismo durante los dos semiciclos de la onda de entrada. Por lo tanto, la tensión desarrollada a través de la resistencia es de CC pulsatoria, que puede filtrarse, desde luego, como cualquier otra tensión pulsatoria de CC de salida de un circuito rectificador.

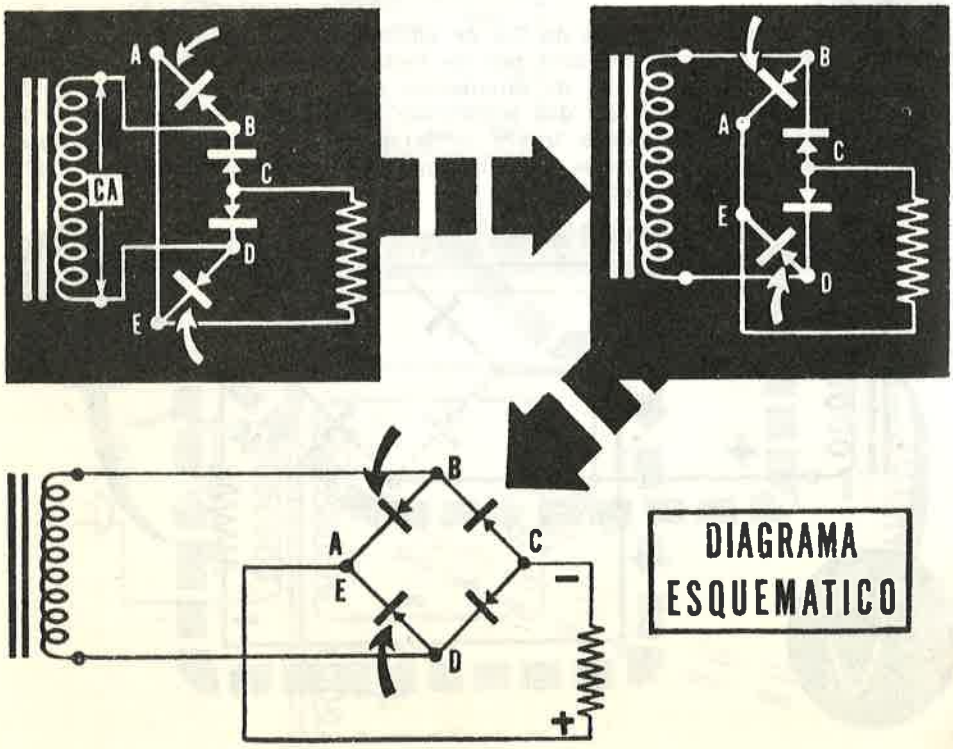


El circuito rectificador en puente (continuación)

En la práctica, las cuatro unidades rectificadoras metálicas utilizadas en el circuito en puente se unen entre sí formando una unidad física y se conectan exteriormente formando el circuito rectificador en puente.

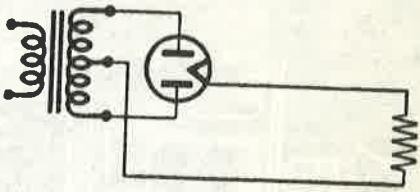


Para pasar del dibujo representativo al dibujo esquemático, imagine que damos un giro a las dos unidades extremas tal como se muestra abajo. Antes de continuar, asegúrese que ha entendido la relación de dependencia entre la unidad física y su representación esquemática.

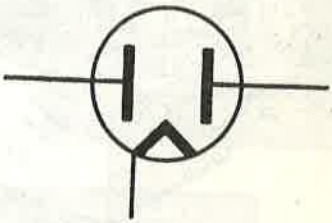


Repaso del circuito rectificador de onda completa

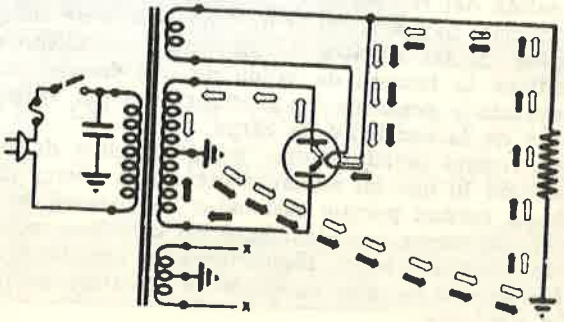
CIRCUITO RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA — Circuito rectificador que utiliza ambos semiciclos de la tensión de CA aplicada para obtener CC pulsatoria. Se usa un transformador con punto medio en su bobinado secundario junto con dos diodos que rectifican alternadamente semiciclos de la tensión, originando una circulación de impulsos de corriente en el mismo sentido a través de la resistencia de carga, para cada semiciclo de CA aplicada.



TUBO RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA — Tubo de vacío que consiste en dos diodos especialmente diseñados y un cátodo común bajo la misma ampolla de vidrio. Se usan cátodos de calentamiento directo o indirecto, según las necesidades del circuito rectificador.

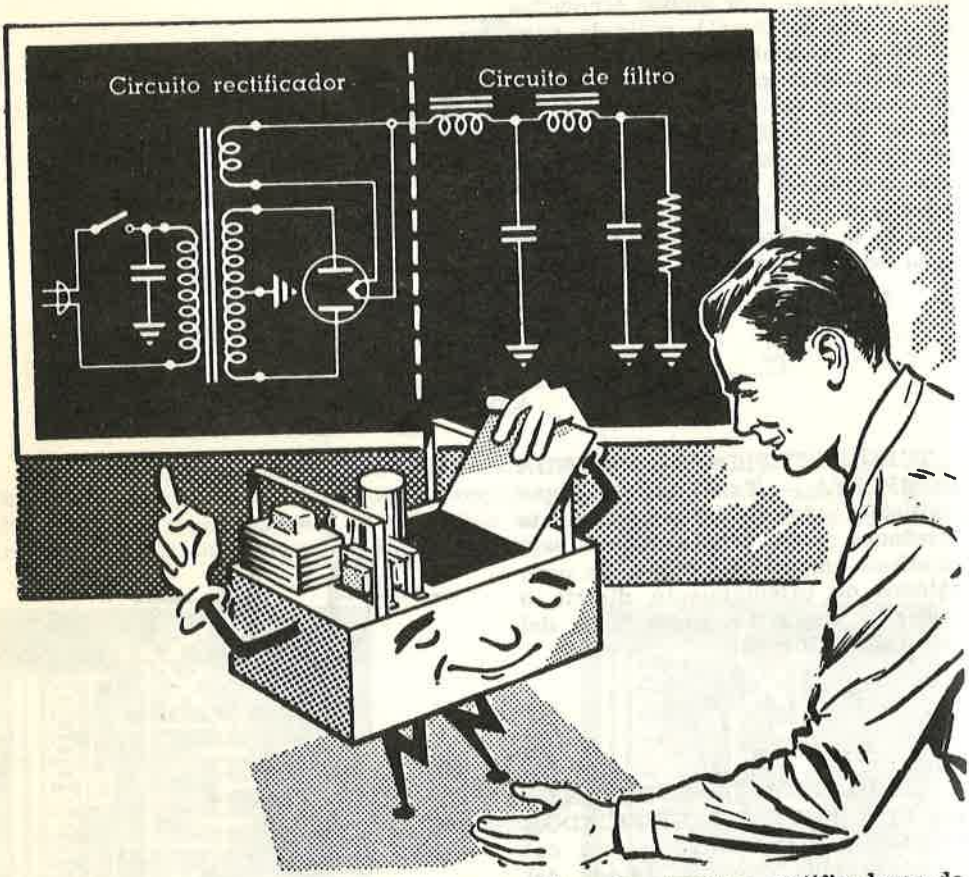


CIRCULACION DE CORRIENTE EN EL CIRCUITO RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA — La corriente circula desde el cátodo del tubo rectificador hacia una de las placas que sea positiva, luego a través de una de las mitades del bobinado secundario hacia la conexión a tierra. Circula desde la conexión a tierra a través del chasis hacia uno de los extremos de la resistencia de carga y atravesando esta resistencia de carga vuelve al cátodo del tubo rectificador.



Lo que usted debe saber acerca de las fuentes de alimentación

Aprender todo lo relativo a diversas fuentes de alimentación está resultando una tarea sencilla. ¿Por qué? Porque usted puede abrir cualquier fuente de alimentación y verá que contiene solamente dos circuitos principales: el circuito rectificador y el circuito de filtro.



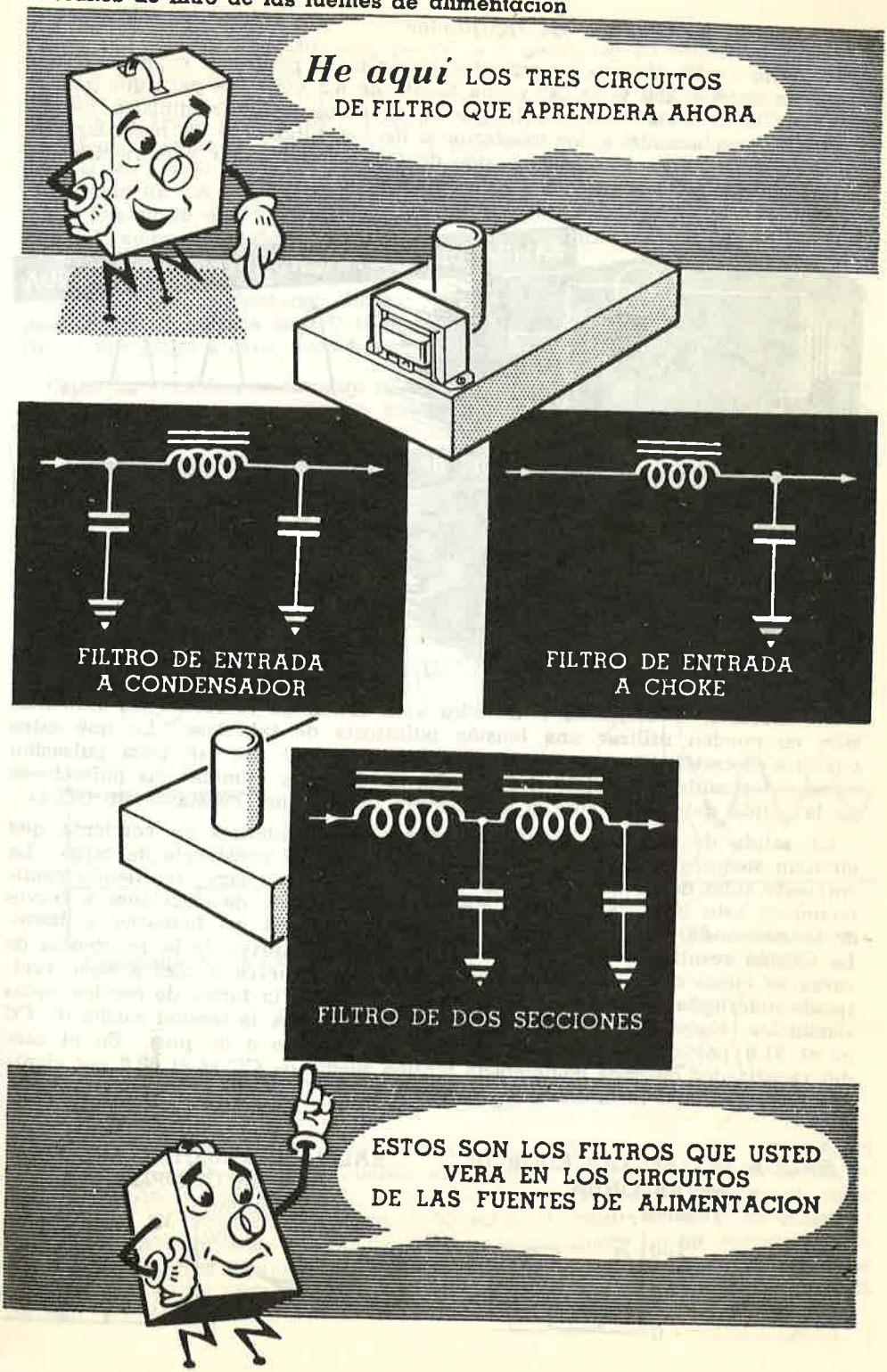
Usted ya sabe que existen solamente dos tipos de circuitos rectificadores de uso común —rectificadores de onda completa y de media onda— y los dos desempeñan la misma función: transformar la CA en CC pulsatoria. Existen solamente tres tipos de circuitos de filtro de uso general. Estos circuitos de filtro tienen todos algo en común — eliminan la ondulación de la CC pulsatoria de salida del rectificador.

Además, hay solamente un tipo básico de tubo regulador de tensión que se emplea en las fuentes de alimentación. Como su nombre indica, este tubo mantiene la tensión de salida de una fuente de alimentación a un valor determinado a pesar de las fluctuaciones del voltaje de la línea o de las variaciones de la corriente de carga.

En cuanto usted conozca estos circuitos de fuentes de alimentación, sabrá casi todo lo que en adelante necesitará acerca de las fuentes de alimentación. Esto es verdad porque casi todas las fuentes de alimentación que existen consisten en varias combinaciones de circuitos rectificadores básicos, circuitos de filtro básicos y tubos reguladores de tensión.

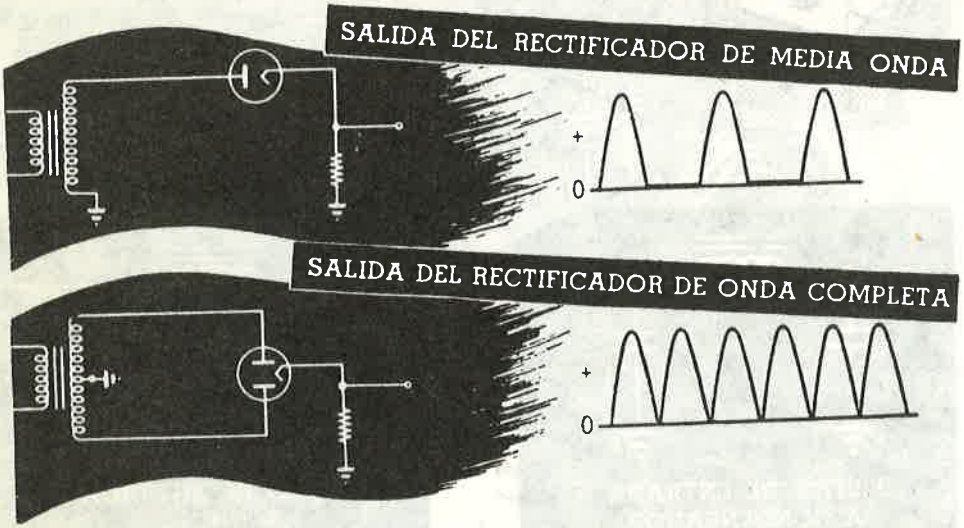
Los tres tipos más comunes de circuitos de filtro se representan en la página siguiente.

Circuitos de filtro de las fuentes de alimentación



Características de la salida del rectificador

Ya se ha explicado que los circuitos electrónicos requieren en general una fuente de unos + 350 volts CC y una fuente de 6.3 volts CA para que puedan trabajar. El transformador de la fuente de alimentación suministra los 6.3 volts CA directamente a los calefactores de los tubos que lo necesitan. El transformador proporciona alta tensión de CA al rectificador y el rectificador entrega CC pulsatoria que tiene esta forma:



Los circuitos electrónicos conectados a la salida de la fuente de alimentación no pueden utilizar una tensión pulsatoria de tal clase. Lo que estos circuitos necesitan es una tensión constante de CC con tan poca pulsación como sea posible. El objeto del circuito de filtro es eliminar las pulsaciones de la salida del rectificador y suministrar una tensión constante de CC.

La salida de un tubo rectificador consiste en impulsos de corriente que circulan siempre en el mismo sentido a través de la resistencia de carga. La corriente sube desde cero a un máximo y luego cae a cero, repitiendo continuamente este ciclo. En ningún momento la corriente de electrones a través de la resistencia de carga cambia de sentido y circula del filamento a tierra. La tensión resultante de este flujo de electrones a través de la resistencia de carga se eleva desde cero a un máximo y luego vuelve a caer a cero, repitiendo indefinidamente este ciclo. Esta tensión toma la forma de medias ondas senoidales. En el caso del rectificador de media onda la tensión media de CC es el 31.8 por ciento del valor máximo instantáneo o de pico. En el caso del rectificador de onda completa la tensión media de CC es el 63.6 por ciento del valor máximo instantáneo o de pico.

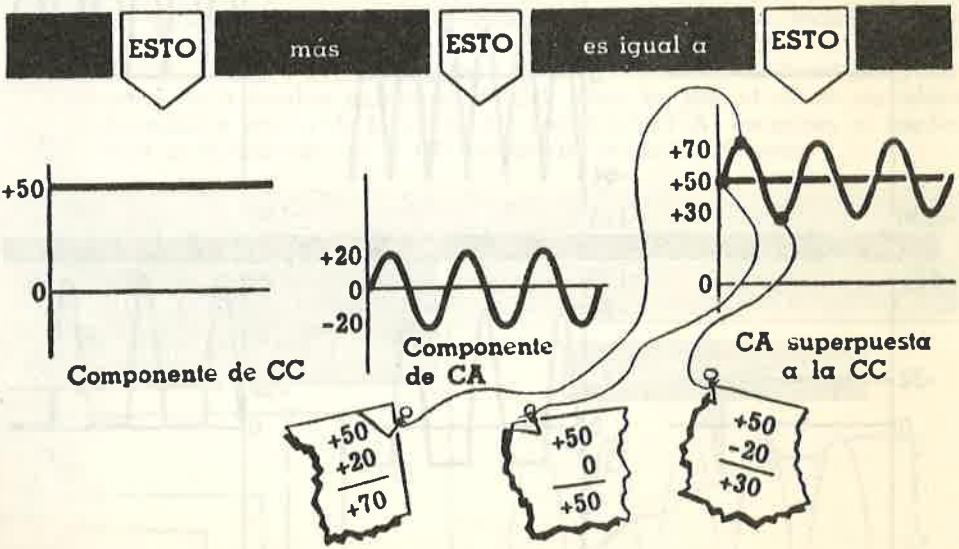
Componentes de CA y CC

Si usted conecta un voltímetro de CC a la salida de un rectificador, obtendrá una lectura. Si conecta un voltímetro de CA a la salida de un rectificador, también obtendrá una lectura. Esta lectura de CA es el resultado de la variación de la tensión de salida. Por lo tanto, la salida del rectificador puede considerarse como la superposición de una tensión de CC con una tensión de CA. Usted puede considerar que la misión del circuito de filtro es suprimir la porción de CA (o componente de CA) de la salida del rectificador y permitir solamente que a los terminales de salida de la fuente de alimentación llegue la componente de CC. Si el filtro logra suprimir toda la CA de la salida del rectificador, solamente quedará CC pura.

Usted puede preguntarse ahora: "¿Cómo puede tener componente de CA una tensión pulsatoria de CC si la tensión sube de cero hasta un valor positivo y cae luego a cero, pero nunca se hace negativo?"

Usted ha considerado siempre una tensión de CA como oscilando por encima y por debajo de cero, primero haciéndose positiva y luego negativa. Si la tensión nunca se hace negativa, ¿cómo puede contener CA?

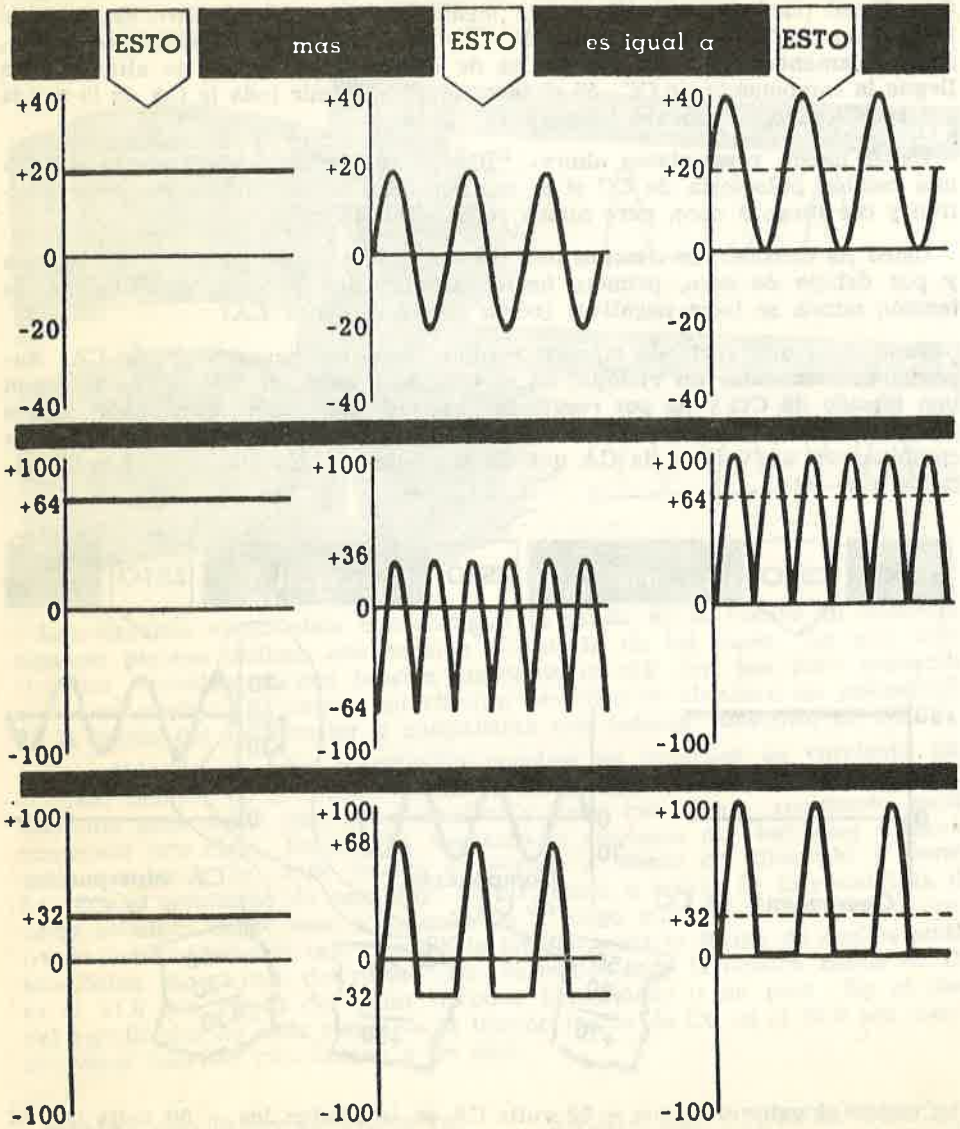
Toda onda que varía de manera regular tiene una componente de CA. Suponga que examina un ejemplo en el cual la tensión de CA se combina con una tensión de CC y da por resultado una onda de tensión que nunca llega a ser negativa. Suponga que usted tiene un voltaje de + 50 volts CC y lo combina con un voltaje de CA que varía desde + 20 volts a — 20 volts pasando por cero.



Cuando al valor máximo + 20 volts CA se le añaden los + 50 volts CC, el resultado es + 70 volts CC. Cuando al punto cero volts de la onda de CA se le añaden los + 50 volts CC, el resultado es + 50 volts. Cuando al valor máximo — 20 volts se le añaden + 50 volts, el resultado es + 30 volts. El resultado total es una tensión de CC que varía desde + 50 volts subiendo hasta + 70 volts y bajando a + 30 volts. La tensión de la onda resultante nunca llega a ser negativa y, sin embargo, consta de una componente de CA y una componente de CC.

Componentes de CA y CC (continuación)

Usted ha visto cómo pueden sumarse una tensión de CC y una tensión de CA para dar una onda de tensión que nunca llega a hacerse negativa. Aquí hay algunos ejemplos más:

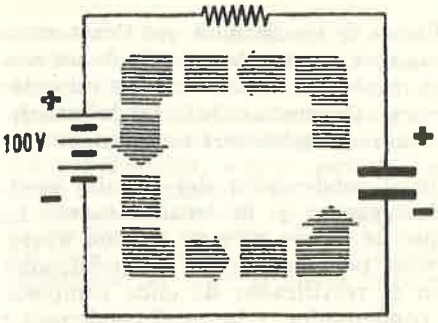


Usted puede ver que en cuanto una tensión varía de cualquier manera regular, puede descomponerse en una componente de CC y una componente de CA. Es tarea del filtro eliminar toda la tensión de CA que sea posible (y económico!) antes de que la tensión de CC resultante sea llevada a los circuitos electrónicos que la necesitan.

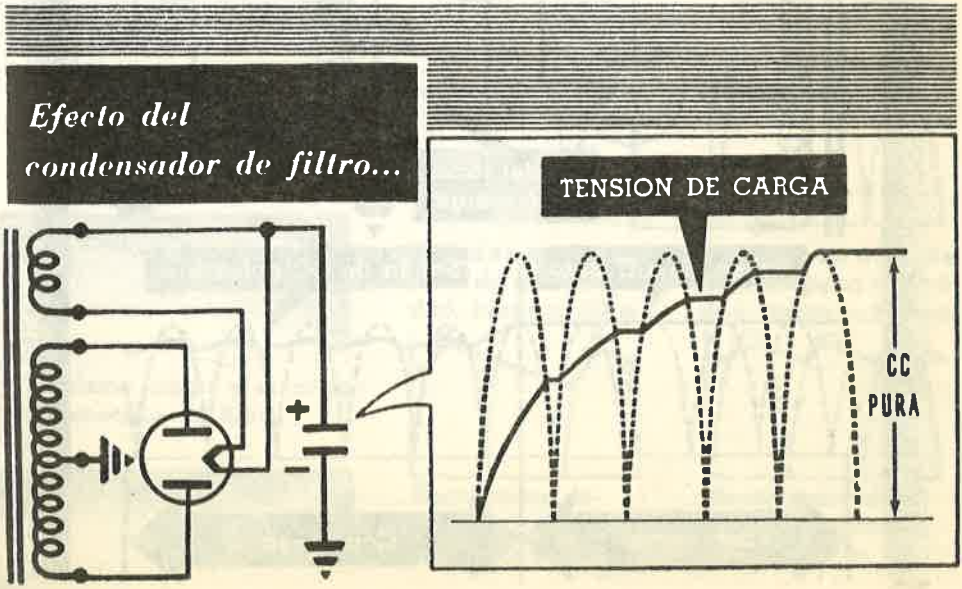
El condensador en el circuito de filtro

Si usted saca la resistencia de carga de la salida del rectificador y la reemplaza por un condensador de gran capacidad, aparecerá CC pura a través del condensador. Cuando usted averigüe por qué ocurre esto, verá cómo puede utilizarse este efecto en los circuitos de filtro.

Usted sabe que cuando se conecta un condensador a través de una batería, se carga al voltaje de la batería si se le da bastante tiempo para ello.



Lo mismo es cierto cuando se conecta un condensador a la salida de un rectificador. El rectificador empieza a cargar al condensador cada vez que produce tensión. Si el condensador no tiene tiempo de cargarse hasta el valor máximo de la onda pulsatoria de CC en el primer semiciclo, lo hará en pocos semiciclos siguientes. Cuando hayan pasado unos pocos ciclos, habrá CC pura en los extremos del condensador. Como la corriente puede circular solamente en un sentido a través del rectificador, el condensador no se descargará entre los máximos de la tensión pulsatoria de CC. ¿Cuál ha sido el efecto de colocar un condensador a través de la salida del rectificador? Al cargarse, el condensador filtra la ondulación de la CC pulsatoria, dejando CC pura.

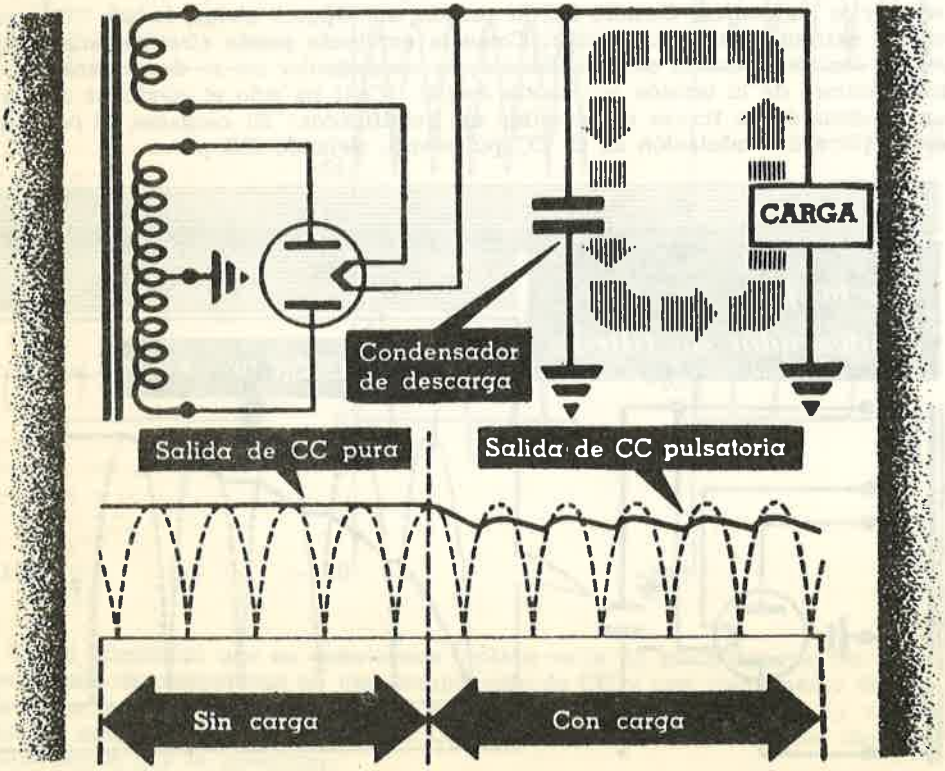


El condensador en el circuito de filtro (continuación)

Si una fuente de alimentación no tuviera que suministrar corriente a otros circuitos, se podría obtener tensión de CC pura conectando simplemente un condensador entre el filamento del rectificador y tierra. Sin embargo, los diversos circuitos electrónicos ligados a la tensión + B de la fuente de alimentación, absorben cierta cantidad de corriente. La corriente absorbida por esos circuitos electrónicos se llama corriente de carga, y el efecto de esta corriente de carga puede simularse conectando una resistencia de carga entre la salida del rectificador y masa.

Usted sabe por su estudio en Electricidad Básica de los circuitos que tienen resistencia y capacidad (RC), que cuando se conecta una resistencia a través de un condensador cargado, el condensador se descarga a través de la resistencia. La velocidad de la descarga dependerá del valor de la resistencia. Cuanto más baja sea la resistencia, más corriente absorbe del condensador y tanto más rápida será la descarga.

Tan pronto como se conecta la resistencia al condensador del circuito rectificador, aquel condensador empezará a descargarse y la tensión caerá. La tensión, sin embargo, no caerá a cero porque un nuevo pico de tensión aparecerá en el filamento del rectificador 50 veces por segundo en el rectificador de media onda y 100 veces por segundo en el rectificador de onda completa. Este máximo o pico de tensión recargará el condensador, y luego el condensador volverá a descargarse a través de la resistencia hasta que se presente el siguiente pico de voltaje. El resultado será una tensión pulsatoria de CC. Observe que las pulsaciones son mucho más pequeñas que cuando se obtenían sin condensador.

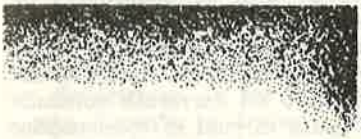


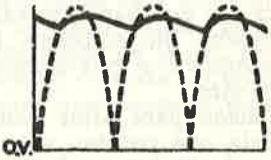
El condensador en el circuito de filtro (continuación)

El resultado de colocar una carga sobre el condensador de filtro es que la salida del rectificador ya no es CC pura, — es CC que tiene superpuesta una componente de CA. Esta componente de CA se denomina "zumbido". Es a causa de esta componente de CA o zumbido que un condensador, por sí solo, no constituye un filtro satisfactorio. Hay que añadir componentes adicionales al filtro para eliminar el zumbido y hacer que la salida de + B sea CC tan pura como sea posible y económico. El porqué el zumbido en la salida de + B es tan indeseable es algo que usted aprenderá cuando entre en el estudio de los amplificadores.

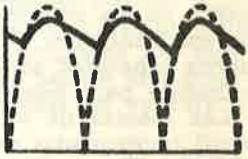
La cantidad de zumbido producido por una carga conectada a un filtro formado solamente por un condensador, depende de la intensidad de la carga, del valor del condensador y del tipo del rectificador. Cuanto más grande sea el condensador más electrones puede acumular en sus placas y se descargará menos cuando se conecte a una carga. Cuanto mayor sea la corriente extraída del condensador, mayor será la caída de tensión y mayor será el zumbido. Como los rectificadores de media onda cargarán al condensador 50 veces por segundo, el condensador tendrá más tiempo para descargarse a través de la carga que con un rectificador de onda completa que carga al condensador 100 veces por segundo. Así pues, el zumbido será mayor para un rectificador de media onda que para un rectificador de onda completa porque la tensión caerá más durante los impulsos.

A mayor carga mayor zumbido



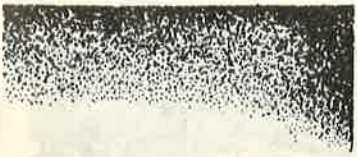


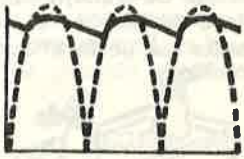
Carga = 50ma.



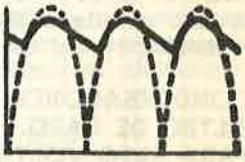
Carga = 100ma.

Cuanto menor sea la capacidad del condensador mayor será el zumbido



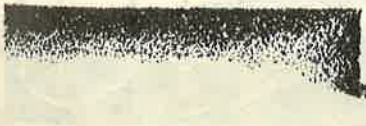


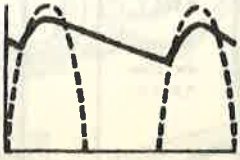
Condensador de filtro de gran capacidad, carga = 50 ma.



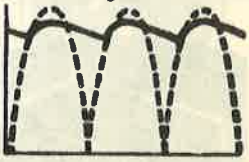
Condensador de filtro de poca capacidad, carga = 50 ma.

La misma carga y el mismo condensador de filtro





Rectificador de media onda



Rectificador de onda completa

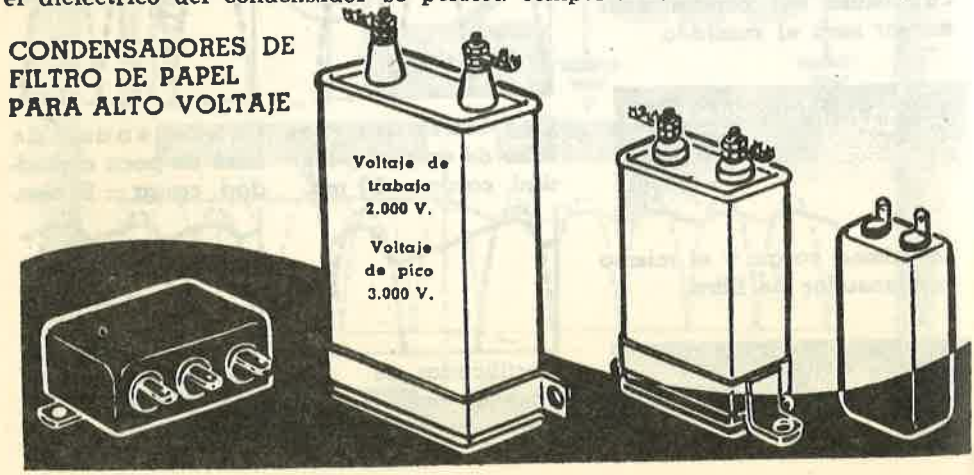
Condensadores de filtro

Los condensadores de filtro (llamados frecuentemente capacitores, como también los demás condensadores que intervienen en los circuitos electrónicos) utilizados en las fuentes de alimentación son de dos tipos: (1) condensadores con dieléctrico de papel y (2) condensadores electrolíticos.

Los condensadores de papel se construyen con capas alternadas de hoja metálica y papel parafinado enrollados juntos. El papel parafinado es el dieléctrico mientras que las hojas metálicas constituyen las placas. Los condensadores de papel de valor menor a 1 mfd. se usan ampliamente en la mayor parte de los equipos electrónicos y los de valores mayores se usan a veces como condensadores de filtro en fuentes de alimentación.

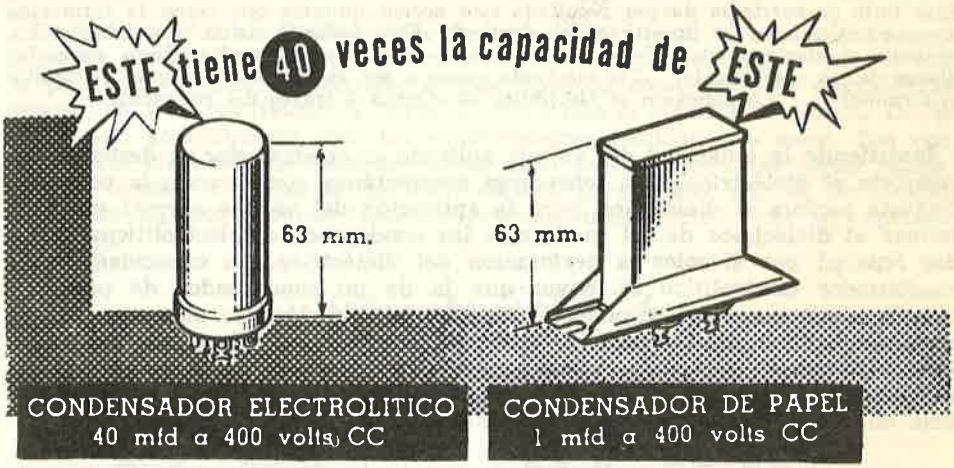
Los condensadores de papel no tienen polaridad y cuando se los hace trabajar dentro de los voltajes para los que han sido calculados duran mucho más que los condensadores electrolíticos. Sin embargo, los condensadores de papel de mucha capacidad son voluminosos y relativamente caros. No se fabrican normalmente para más de 16 mfd.

Las fuentes de alimentación para altos voltajes utilizan condensadores de papel impregnados de aceite que resisten valores de voltaje de pico superiores a los impregnados de parafina. Los condensadores vienen marcados según el voltaje de trabajo en corriente continua (DCWV en inglés) y también según el voltaje máximo o de pico. El voltaje de trabajo en corriente continua (DCWV) es el voltaje máximo de trabajo continuo para el cual el condensador ha sido calculado. El voltaje de pico es el voltaje por encima de cuyo valor el dieléctrico del condensador se perfora comportándose como conductor.



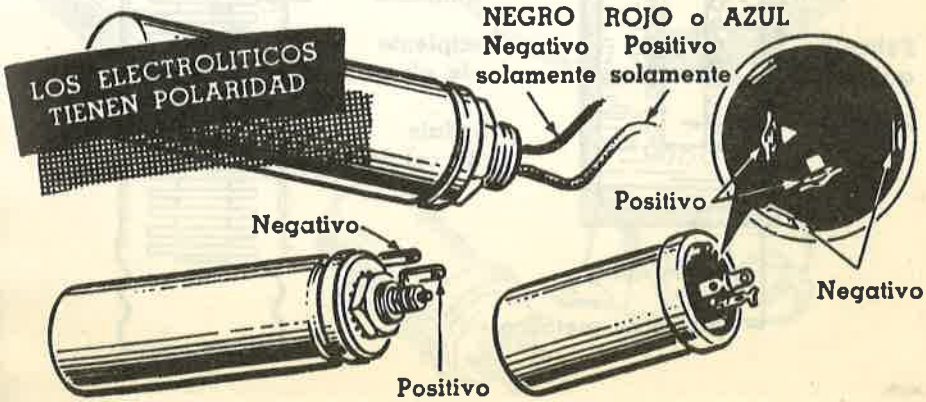
Condensadores de filtro (continuación)

Los condensadores electrolíticos se usan generalmente como condensadores de filtro de fuentes de alimentación porque pueden hacerse de gran capacidad a bajo costo y físicamente son mucho más pequeños que los condensadores de papel de la misma capacidad. Los condensadores electrolíticos se hacen en capacidades mayores que los condensadores de papel estando comprendidos sus valores corrientes entre 2 y 1000 mfd.



Las fuentes de alimentación calculadas para 600 volts o menos, utilizan generalmente condensadores de filtros electrolíticos, pero cuando se requiere un voltaje mayor se utilizan condensadores de papel. Los electrolíticos son polarizados y el no observar la polaridad correcta no solamente dañará el condensador de manera permanente sino que también puede causar su ruptura y estropear otros componentes.

Mientras que los condensadores de papel no tienen corriente de pérdida (circulación de corriente continua a través del dieléctrico del condensador) los dieléctricos de los condensadores electrolíticos no son aislantes perfectos y aún durante su trabajo normal dejan pasar una corriente de pérdida. La corriente de pérdida es mayor en el condensador electrolítico húmedo que en el seco. Si se excede el voltaje para el cual se ha calculado el condensador electrolítico, aumenta la corriente de pérdida y puede estropear el dieléctrico.



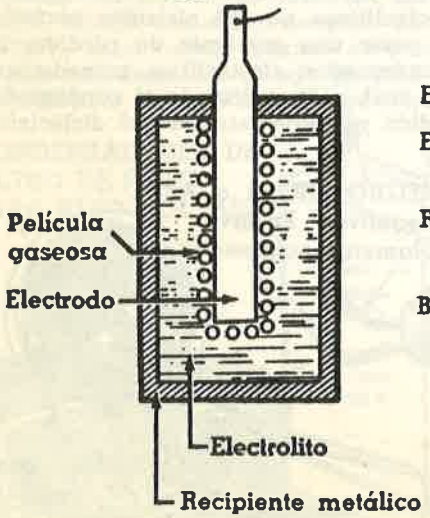
Condensadores de filtro (continuación)

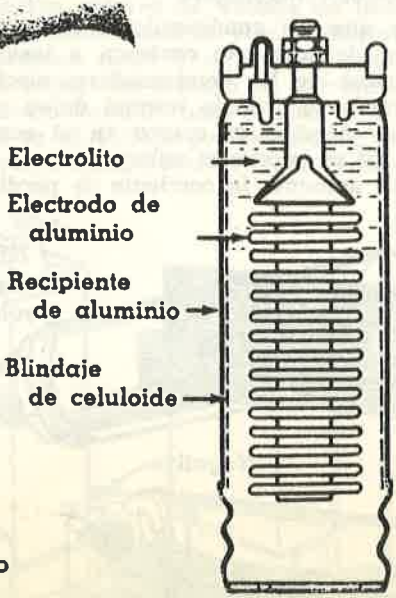
Los condensadores electrolíticos son de dos tipos: (1) húmedos y (2) secos.

Un condensador electrolítico húmedo consiste en un electrodo de aluminio sumergido en una solución llamada electrolito. Cuando el electrodo se conecta al terminal positivo de una fuente de voltaje de CC y el recipiente del electrolito se conecta al terminal negativo, la corriente circula a traves del electrolito. Este flujo de corriente da por resultado una acción química que causa la formación de una película en la superficie del electrodo. Esta película actúa como dieléctrico, aislando el electrodo del electrolito. Así pues, estos dos elementos obran como las placas de un condensador — el electrodo viene a ser el terminal + y el electrolito el terminal —. La conexión al electrolito se efectúa a través del recipiente.

Invirtiendo la polaridad del voltaje aplicado al condensador se destruye por completo el dieléctrico. Una sobrecarga momentánea conservando la polaridad correcta perfora el dieléctrico, pero la aplicación del voltaje normal vuelve a formar el dieléctrico de tal modo que los condensadores electrolíticos húmedos reparan por sí solos la perforación del dieléctrico. La capacidad de un condensador electrolítico es mayor que la de un condensador de papel de tamaño similar porque la película que forma el dieléctrico es muy delgada, permitiendo muy poca separación entre las placas del condensador. La superficie de la placa positiva es rugosa y el electrolito que forma la placa negativa se adapta a la rugosidad de la placa positiva dando por resultado mayor superficie de placa para un volumen determinado.

Construcción de los ELECTROLITICOS HUMEDOS





Condensadores de filtro (continuación)

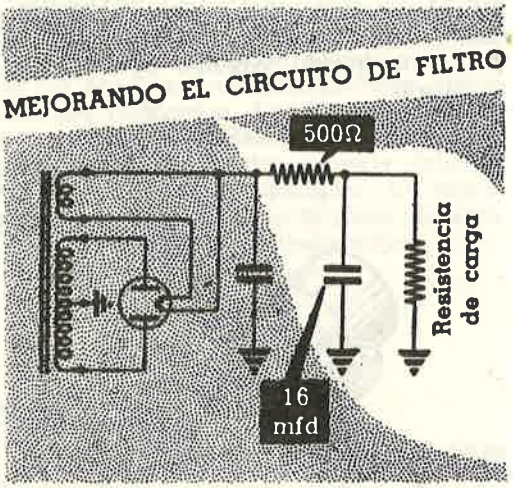
Los condensadores electrolíticos secos utilizan un electrolito en forma de pasta. Un tejido impregnado con la pasta electrolítica se arrolla entre capas alternadas de hojas de aluminio de la misma manera que se hacía para fabricar condensadores de papel. Una de las capas de hoja metálica se usa como placa positiva del condensador electrolítico y la otra capa de hoja metálica sirve para establecer contacto con la placa negativa (electrolito) del condensador.

Un condensador electrolítico seco trabaja de la misma manera que un condensador electrolítico húmedo excepto en que no puede reparar por sí solo la perforación de su dieléctrico. Ambos tipos de condensadores electrolíticos tienen una vida relativamente corta debido a que el electrolito se seca. De los dos, duran generalmente más los condensadores electrolíticos secos. Los condensadores electrolíticos húmedos no se usan mucho porque se secan rápidamente y deben montarse en posición vertical para evitar que se derrame el electrolito líquido. Algunos tipos de condensadores electrolíticos se representan abajo.

Mejorando el trabajo del filtro

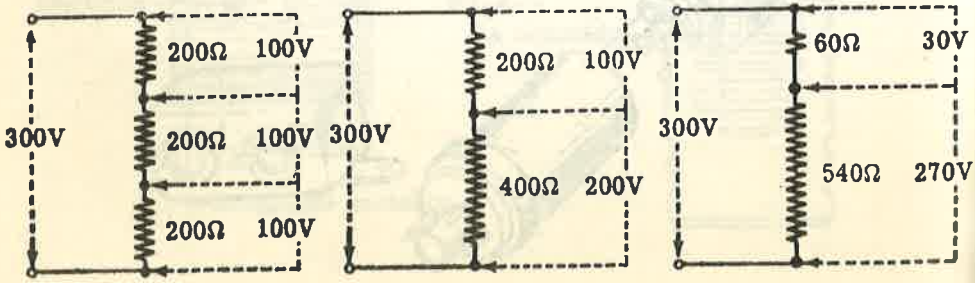
Usted vió en páginas precedentes que cuanto mayor haga al condensador de filtro, menor será el componente de CA o zumbido en la salida. Los condensadores de filtro pueden hacerse de gran capacidad y poco tamaño, como usted verá en seguida, pero hay limitaciones de volumen que no pueden excederse. Un condensador de filtro de valor práctico puede reducir la componente de CA a unos 25 volts, lo que no es suficiente. Muchos circuitos electrónicos requieren un voltaje + B que no tenga más de 3 ó 4 volts de CA sobre una salida de CC de 350 volts — la componente de CA debe ser menor del 2 por ciento y aún del 1 por ciento del voltaje total de salida. No hay ningún condensador de filtro de valor práctico que pueda hacer este trabajo por sí solo.

Es necesario añadir otros componentes al filtro



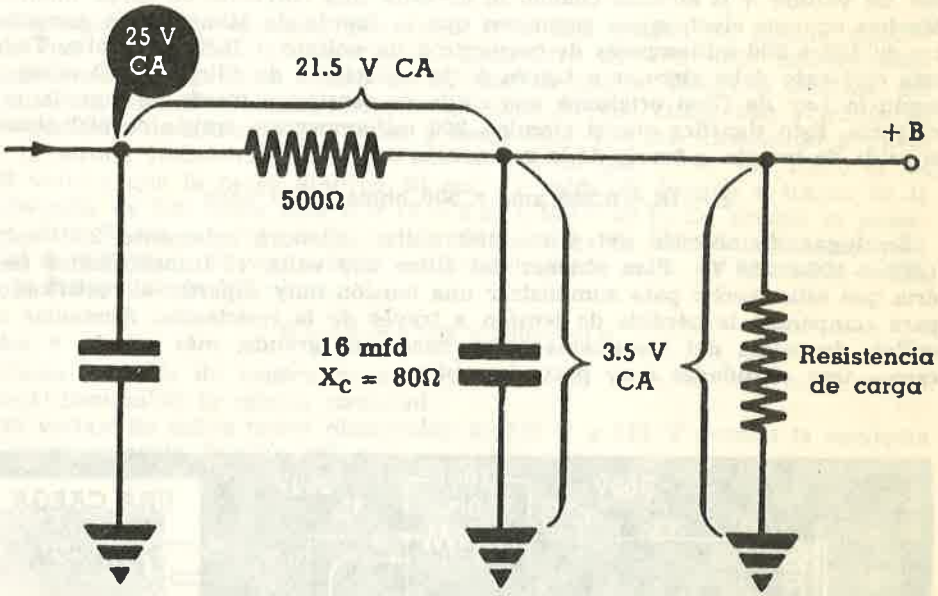
Suponga que usted establece un circuito formado por una resistencia de 500 ohms conectada en serie con un condensador de 16 mfd. tal como se ve en el dibujo. Si usted conecta el circuito al rectificador y al único condensador de filtro empleado anteriormente, usted aplicará a este nuevo filtro 350 volts de CC que tienen superpuestos unos 25 volts de CA. Para comprender cómo este circuito elimina la tensión de zumbido de CA tendrá que investigar primero qué son los divisores de tensión.

Usted sabe, por su experiencia con los circuitos en serie de CC de Electricidad Básica, que cuando usted aplica una tensión de CC a través de tres resistencias iguales, aparece un tercio de la tensión total a través de cada una de las tres resistencias. De esto se deduce que si usted tiene dos resistencias y una de ellas vale el doble que la otra, 1/3 de la tensión aparecerá a través de la resistencia pequeña y los 2/3 restantes aparecerán a través de la resistencia grande. De la misma manera, si una de las resistencias tiene un valor igual a 1/10 de la resistencia total y la otra resistencia vale los 9/10 de la resistencia total, aparecerá 1/10 de la tensión total a través de la resistencia pequeña y 9/10 de la tensión total aparecerán a través de la resistencia grande. De esto usted puede deducir que una tensión de CC se divide entre dos resistencias, proporcionalmente al valor de dichas resistencias.

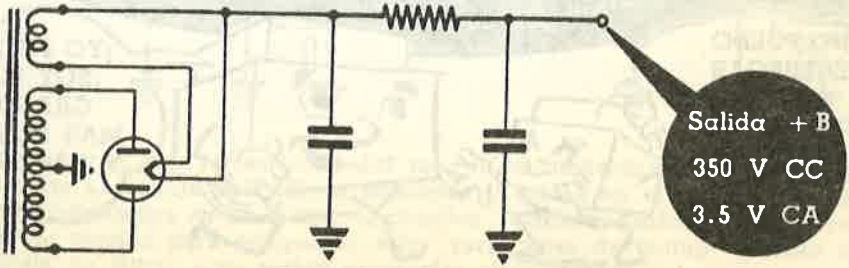


Mejorando el trabajo del filtro (continuación)

Cuando el zumbido de 25 volts del condensador de entrada del filtro aparece a través de la resistencia y condensador de salida, como se muestra más abajo, la resistencia presenta un valor de 500 ohms y el condensador una reactancia de 80 ohms al zumbido de CA de 100 ciclos. Esto quiere decir que la tensión de CA de zumbido se divide a través de un total de 580 ohms. Aproximadamente 1/7 de la tensión de CA aparecerá a través del condensador y 6/7 de la tensión de CA aparecerán a través de la resistencia. La tensión de CA a través del condensador y por lo tanto entre el + B y tierra será 1/7 de 25 volts, o sea 3.5 volts CA aproximadamente.



Usted ve que por la simple adición de una resistencia de 500 ohms y otro condensador de filtro se ha logrado reducir la tensión de zumbido a 3.5 volts, que representa aproximadamente el 1 por ciento del voltaje total de salida de CC. Esta proporción de filtraje es satisfactoria para la mayor parte de las aplicaciones en electrónica.



Inconvenientes de los filtros RC (Resistencia-Capacidad)

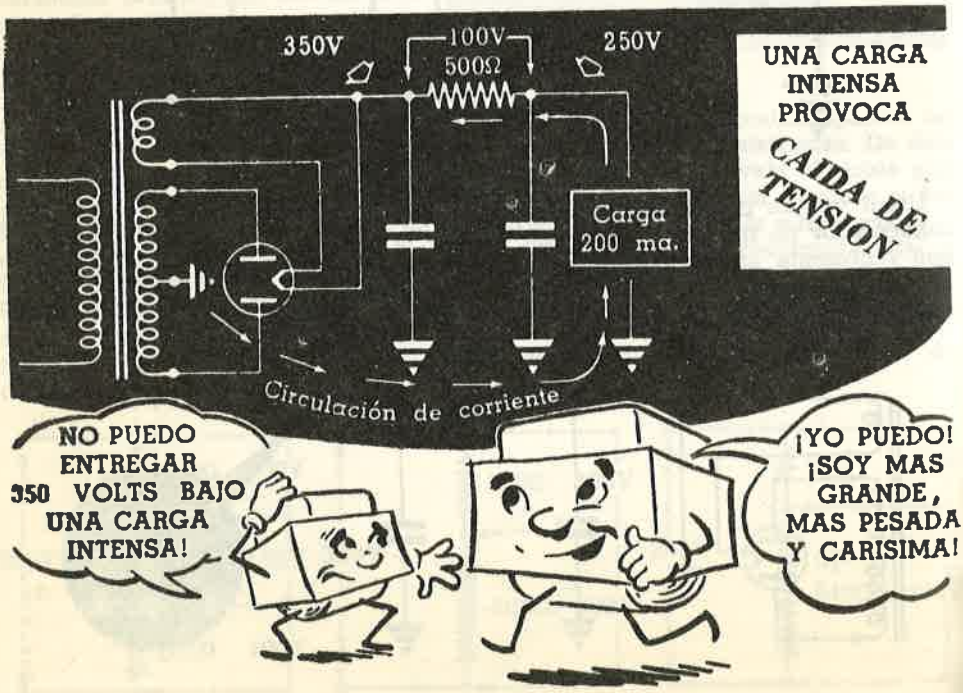
El circuito de filtro que usted conoce ahora consiste en dos condensadores y una resistencia formando un conjunto o red de filtro RC. Este filtro es compacto, de bajo costo y se utiliza en muchos radios comerciales pequeños.

Hay dos razones por las cuales este filtro RC no puede utilizarse en la mayor parte de otras fuentes de alimentación — es difícil obtener un voltaje + B elevado cuando se necesita una intensa corriente de carga; y produce grandes cambios en el voltaje + B cuando varía la intensidad de la corriente de carga.

Suponga que usted examina el primer inconveniente — la dificultad de obtener un voltaje + B elevado cuando se necesita una corriente de carga intensa. Muchos equipos electrónicos requieren que la fuente de alimentación suministre de 100 a 200 miliamperes de corriente a un voltaje + B de 350 volts. Toda esta corriente debe circular a través de la resistencia de filtro de 500 ohms y según la Ley de Ohm originará una caída de tensión a través de aquella resistencia. Esto significa que si circulan 200 miliamperes a través de 500 ohms, la caída de tensión a través de la resistencia será

$$E = IR = 0.200 \text{ amp} \times 500 \text{ ohms} = 100 \text{ volts}$$

En lugar de obtener del filtro 350 volts, obtendrá solamente 250 volts (350 — 100 = 250 V). Para obtener del filtro 350 volts, el transformador tendría que estar hecho para suministrar una tensión muy superior al rectificador para compensar la pérdida de tensión a través de la resistencia. Aumentar el voltaje de salida del transformador lo hace más grande, más pesado y más caro — tres cualidades muy poco deseables.



Inconvenientes de los filtros RC (continuación)

Usted ha visto que uno de los inconvenientes del filtro RC es que provoca una gran caída de tensión a través de la resistencia de filtro, lo que significa que el transformador debe proporcionar un voltaje de CA más elevado para compensar dicha pérdida. El segundo inconveniente de los filtros RC es todavía peor — una pequeña variación en la corriente de carga origina una variación en la salida de + B de muchos volts.

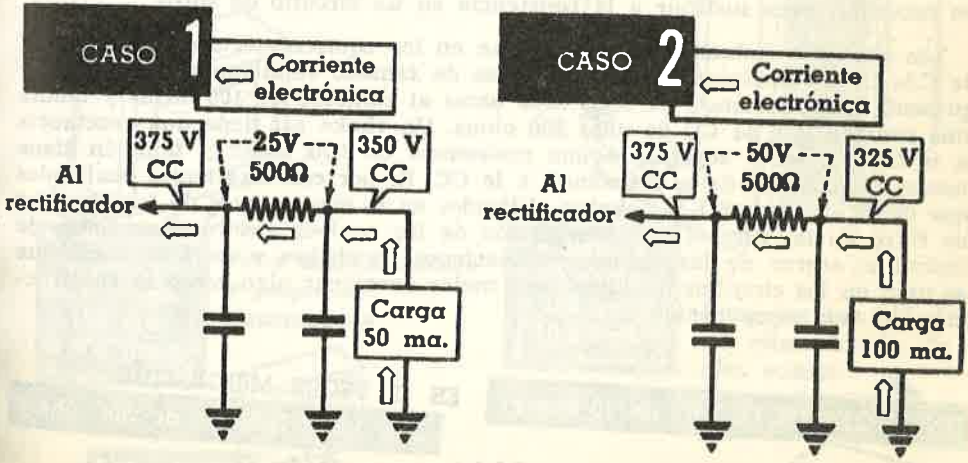
Usted ha leído en la introducción a esta sección que es importante que el voltaje + B se mantenga aproximadamente constante a pesar de las variaciones de la corriente de carga. Muchos tipos de equipos electrónicos absorben cantidades variables de corriente de carga del suministro de + B, pero la variación de voltaje debe mantenerse pequeña a pesar de ello.

Supongamos, por ejemplo, que usted tiene una unidad de equipo electrónico que absorbe 50 miliamperes del suministro de + B bajo determinadas condiciones y luego éstas varían de tal manera que se absorben 100 ma. del suministro de + B. Primeramente usted tiene 50 ma. circulando a través de la resistencia de filtro de 500 ohms y luego tiene 100 ma. circulando a través de la misma resistencia. Suponga que el voltaje que viene del filtro es de 350 volts y que la carga absorbe 50 ma. La caída de tensión a través de la resistencia de 500 ohms será $E = IR = 0.50 \times 500 = 25$ V. De pronto se absorben otros 50 ma. a través de la resistencia de carga de 500 ohms (haciendo un total de 100 ma.). El resultado es un aumento de la caída de tensión a través de la resistencia de 500 ohms.

$$E = IR = 0.100 \times 500 = 50 \text{ V}$$

Como la caída de tensión ha aumentado en 25 volts, el voltaje de salida habrá disminuído la misma cantidad.

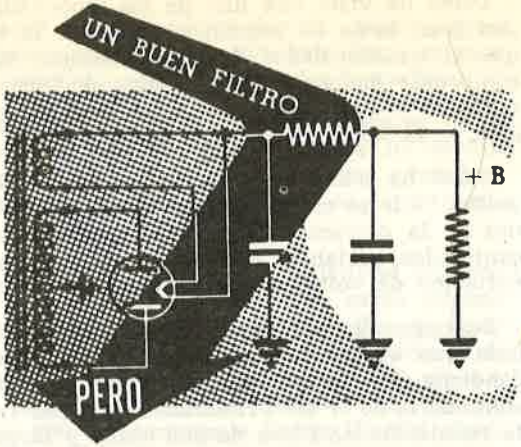
El voltaje de salida habrá disminuído de 350 V a 325 V cuando la corriente de carga aumente de 50 a 100 ma.



Análogamente, una variación de 100 ma. en la corriente de carga hará caer en 50 volts al voltaje + B. Estos aumentos y caídas en el voltaje de salida son muy indeseables en el equipo electrónico. Podrían añadirse circuitos reguladores de tensión para compensar estas variaciones de voltaje debidas a la resistencia de filtro, pero serían necesarios circuitos complejos y caros para compensar variaciones como las indicadas aquí.

Usando un choke (inductancia) en vez de una resistencia

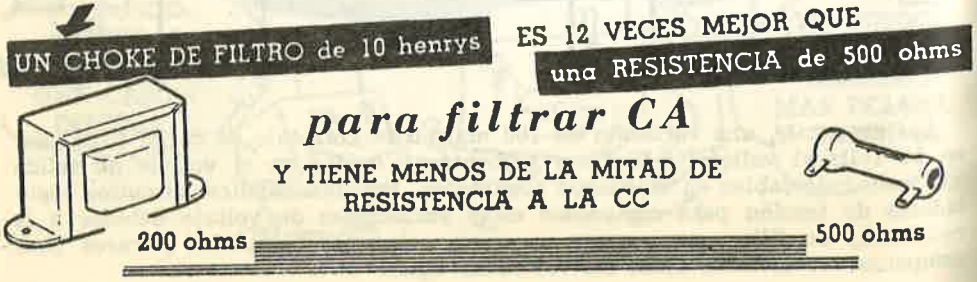
Una resistencia puede hacer un trabajo de filtraje bastante bueno porque su resistencia a la CA es mayor que la reactancia del condensador de filtro a la CA. Cuando se aplica tensión de zumbido a este circuito, la tensión de CA se divide de tal modo que sólo una pequeña parte de esa tensión de zumbido aparece entre el condensador de filtro y el + B. La tensión de CC se divide a través de este circuito de modo que la mayor parte de la tensión de CC aparece entre el condensador de filtro y el + B.



Lo que necesita el circuito de filtro es una resistencia muy elevada a la CA y poca resistencia para la CC. Una resistencia presenta exactamente el mismo valor tanto para la CA como para la CC y no puede cumplir con tal requisito. Cuando se emplea una resistencia de filtro, su valor debe ser un término medio entre esas dos necesidades opuestas.

Existe, sin embargo, cierta clase de componente que reúne aquellas condiciones — el choke o inductancia de filtro. De su estudio de los circuitos de CA en Electricidad Básica usted sabe que una inductancia se opone a cualquier variación en la corriente que la atraviesa. En otras palabras, la inductancia del choke ofrece alta reactancia a la CA. Como un choke está hecho de muchas espiras de alambre de cobre bobinadas alrededor de un núcleo, también presenta algo de resistencia a la CC. Un choke tiene las cualidades que realmente se necesitan para sustituir a la resistencia en un circuito de filtro.

Los chokes o inductancias que se usan en los equipos electrónicos "ahogan" la CA. Una inductancia de 10 henrys es de tamaño relativamente pequeño y presenta una reactancia de unos 6300 ohms al zumbido de 100 ciclos y tendrá una resistencia a la CC de unos 200 ohms. Un choke así tiene una reactancia a la CA 12 veces superior a una resistencia de 500 ohms y también tiene menos de la mitad de su resistencia a la CC. Es por esas excelentes cualidades que usted encontrará a los chokes utilizados en la mayor parte de los circuitos de filtro de las fuentes de alimentación de los equipos electrónicos. Antes de instruirse acerca de las varias combinaciones de chokes y condensadores que se usan en los circuitos de filtro, será mejor averiguar algo sobre la construcción de esos componentes.

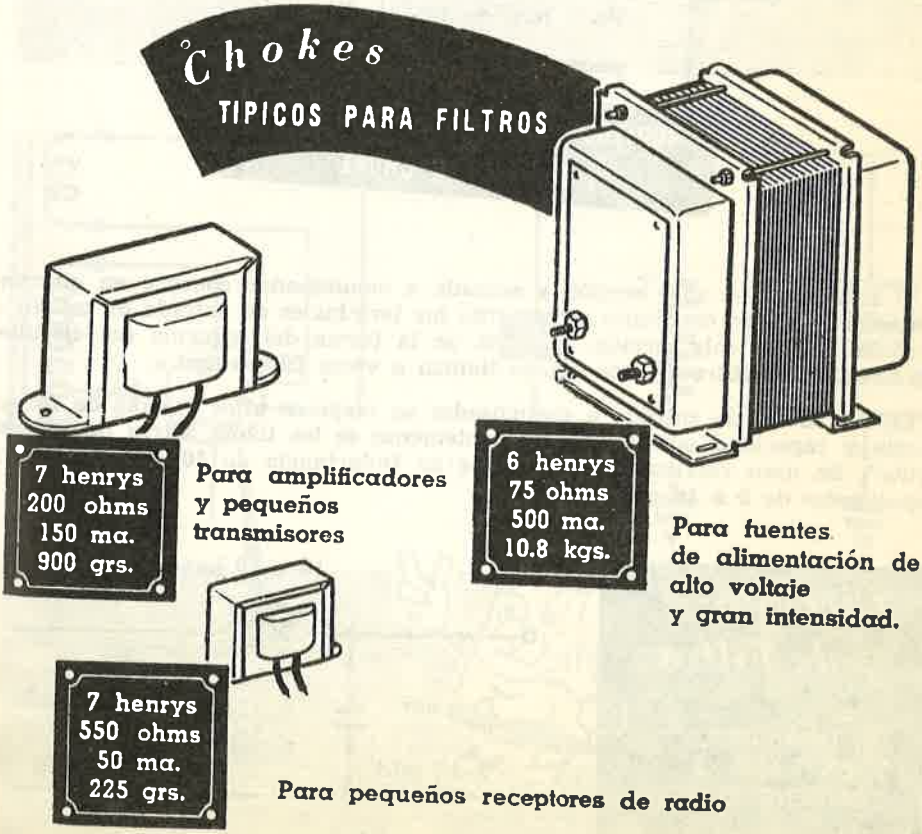


Chokes de filtro

El objeto de un choke de filtro es oponer alta impedancia a la tensión de zumbido de CA y baja resistencia a la corriente continua. Un choke consiste en muchas espiras de alambre de cobre bobinadas alrededor de un núcleo laminado de hierro. La impedancia total del choke depende del número de espiras del alambre y del volumen, forma y material del núcleo. La resistencia del choke a la CC depende de la longitud total del alambre empleado y del diámetro del alambre.

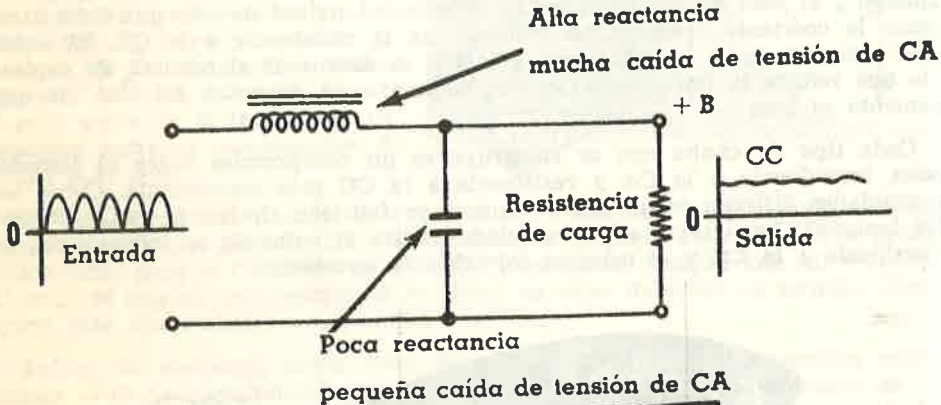
Aumentando el número de espiras de hilo y aumentando el tamaño del núcleo, usted puede aumentar la impedancia; pero esto aumenta también el tamaño y el peso del choke. Además, la mayor longitud de hilo que debe atravesar la corriente ocasiona un aumento de la resistencia a la CC. El único medio de disminuir la resistencia a la CC es disminuir el número de espiras (lo que reduce la impedancia) o bien aumentar el diámetro del hilo (lo que aumenta el peso).

Cada tipo de choke que se construye es un compromiso entre el tamaño, peso, impedancia a la CA y resistencia a la CC más conveniente. Como las necesidades difieren según sea el equipo, se fabrican chokes de muy diferentes tamaños. Los chokes están calculados según el valor de su inductancia, su resistencia a la CC y el máximo tolerable de corriente.



Filtros de una sola sección y entrada a choke o a condensador

El filtro de una sola sección y entrada a choke consiste en un choke de filtro en serie con la carga de la fuente de alimentación y un condensador de filtro en paralelo con la carga. La componente de CC de la salida del rectificador aparece a través de la carga. La mayor parte de la componente de CA aparece a través de la elevada reactancia inductiva del choke. Solamente aparece una pequeña cantidad de CA a través del condensador de filtro a causa de su baja reactancia. Como que la carga está en paralelo con el condensador de filtro de salida, aparece muy poco zumbido a través de la carga.



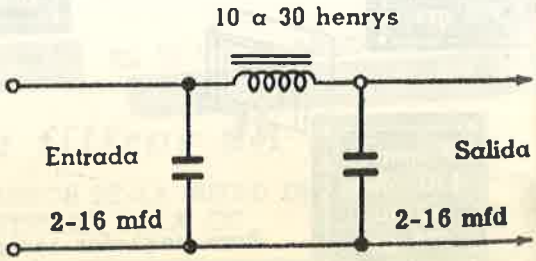
CIRCUITOS DE FILTRO DE UNA SECCION Y ENTRADA A CHOKE

El filtro de una sola sección y entrada a condensador consiste en un condensador de filtro conectado a través de los terminales de entrada de un filtro a choke de una sola sección. A causa de la forma del esquema del circuito, los circuitos de filtro de este tipo se llaman a veces filtros tipo π.

En los filtros de entrada a condensador se emplean altos valores de inductancia y capacidad por lo que frecuentemente se les llama filtros de "fuerza bruta". Se usan corrientemente valores de inductancia de 10 a 30 henrys y capacidades de 2 a 16 mfd.

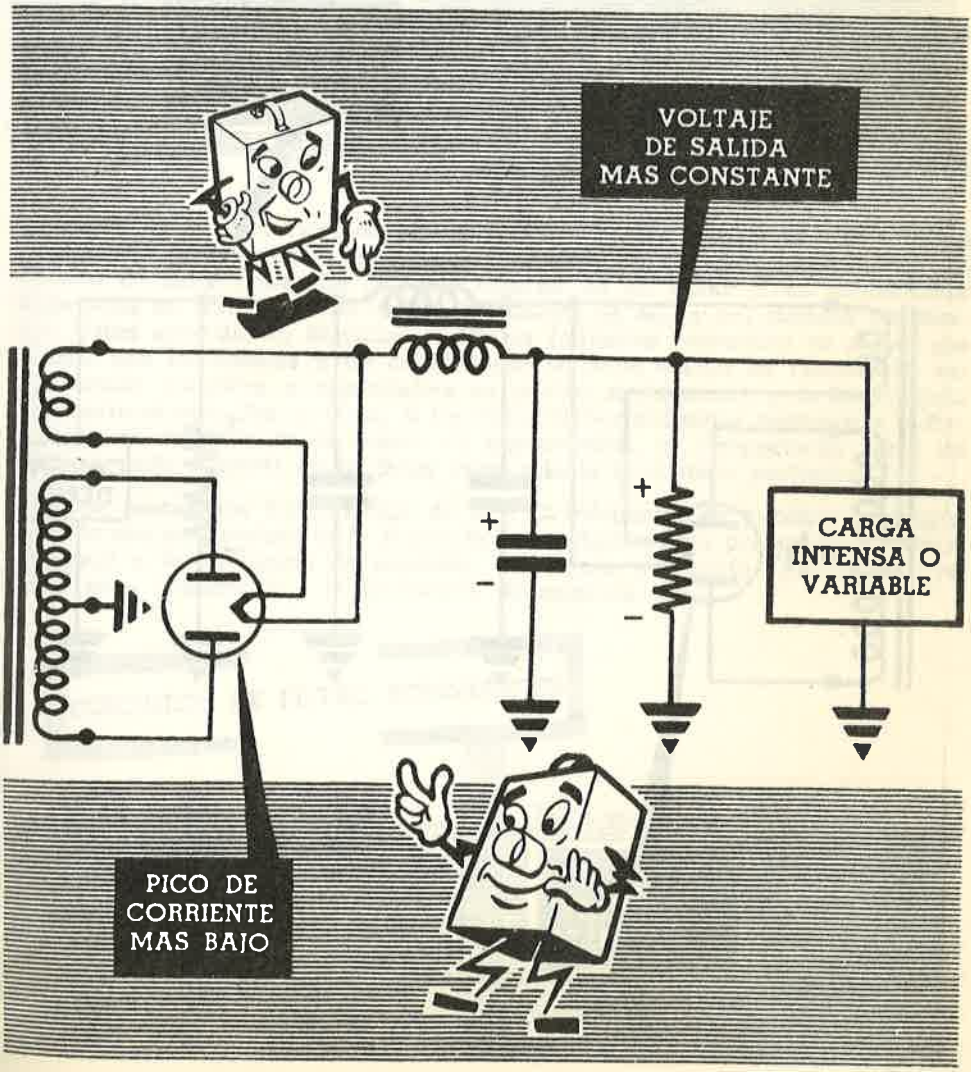
Circuito de Filtro

DE UNA SECCION Y ENTRADA A CONDENSADOR



El filtro de una sola sección de entrada a choke

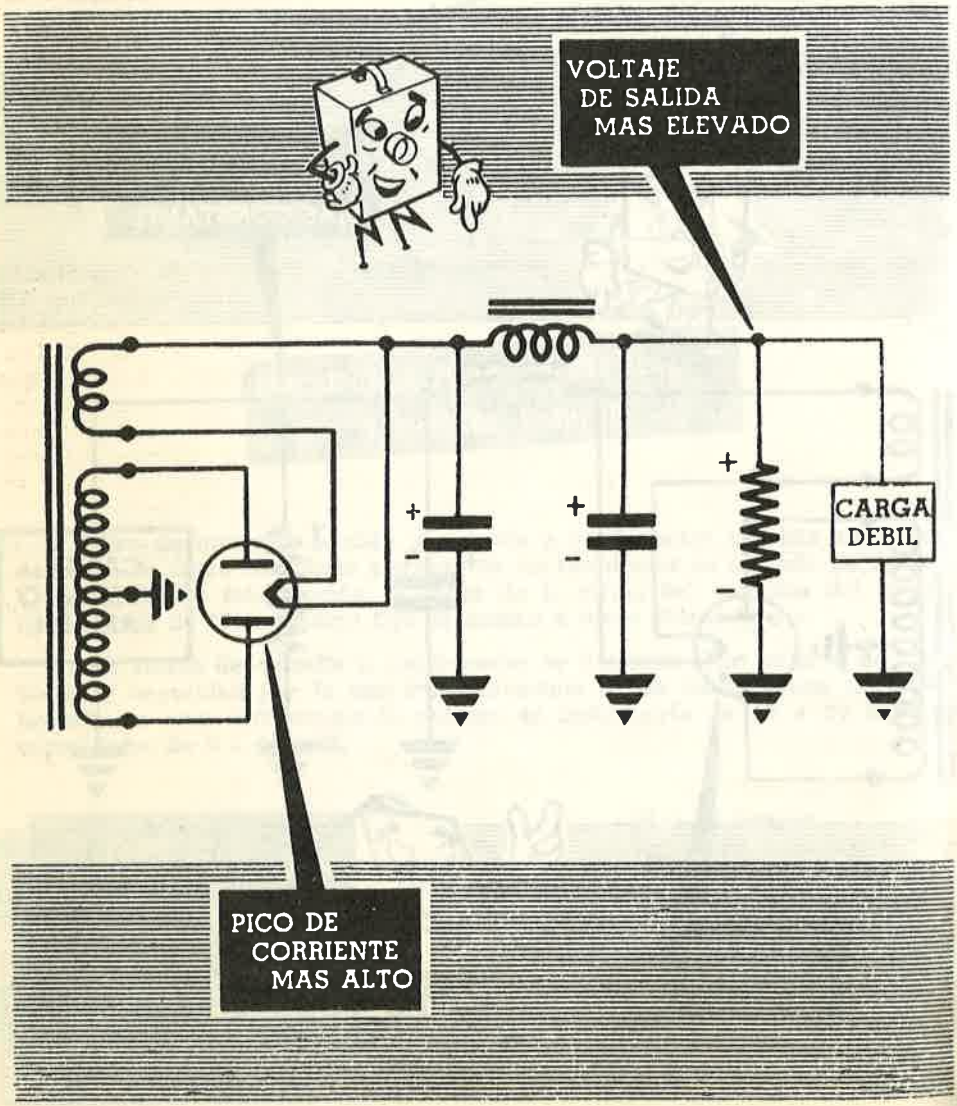
Usted verá que el filtro de una sección y entrada a choke realiza un trabajo algo mejor que el condensador por sí solo. El voltaje de salida del filtro de entrada a choke es más bajo que el voltaje de salida del condensador solo. Esto es porque el choke produce una fuerza contraelectromotriz que anula parte del voltaje de salida del rectificador. Una característica importante del filtro de entrada a choke es que limita el pico de corriente que circula a través del tubo rectificador y en consecuencia dicho tubo está sujeto a menor esfuerzo. El filtro de entrada a choke tiene también la característica de mantener el voltaje de salida bastante constante a pesar de las variaciones de carga. A causa de estas dos últimas características, los filtros de entrada a choke son los más generalmente usados en las fuentes de alimentación sujetas a corrientes intensas o cargas variables. El resultado de usar este tipo de filtro para aquellas cargas es un voltaje de salida de la fuente de alimentación más constante y mayor duración del tubo rectificador.



El filtro de entrada a condensador

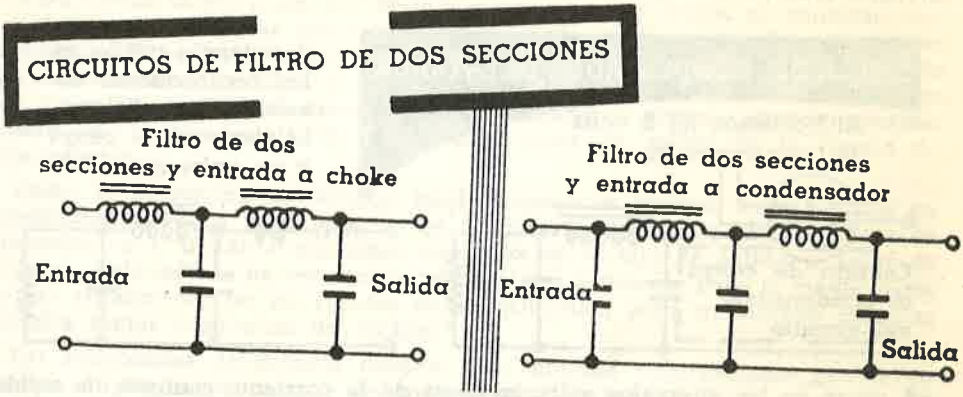
Comparando estos voltajes y formas de onda con los de los circuitos anteriores, usted puede ver que el filtro de entrada a condensador realiza mejor trabajo de filtraje que cualquiera de los otros. El voltaje de salida de este filtro es mayor que para el de entrada a choke a causa de la acción de carga y descarga del condensador de entrada.

Sin embargo, a diferencia del filtro de entrada a choke, este circuito absorbe fuertes máximos de corriente del tubo rectificador. La regulación de voltaje no es tan buena como la del filtro de entrada a choke. El filtro de entrada a condensador, llamado frecuentemente filtro de "fuerza bruta" es el circuito más ampliamente usado en las aplicaciones que requieren poca intensidad de CC.



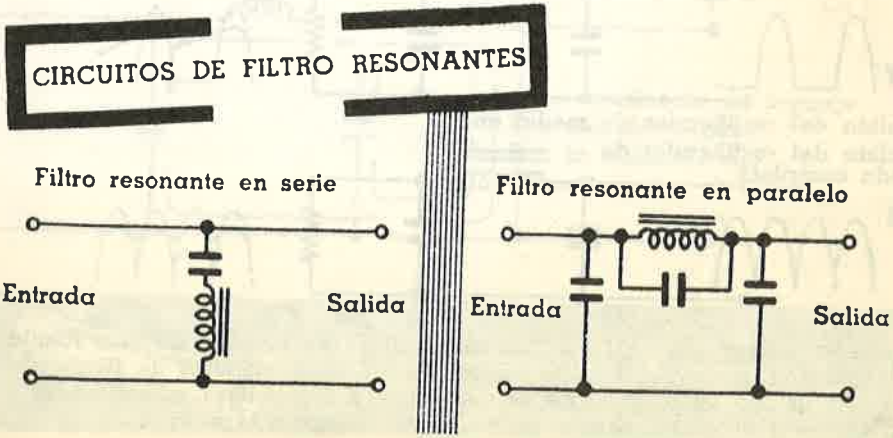
El filtro de dos secciones

Un filtro de dos secciones de entrada a choke consiste en dos filtros simples de entrada a choke, conectados en serie. Añadiendo otro condensador a través de los terminales de entrada al filtro, se cambia el circuito de entrada a choke en un filtro de dos secciones de entrada a condensador. Ambos tipos de filtro de dos secciones reducen la tensión de zumbido a un valor despreciable.



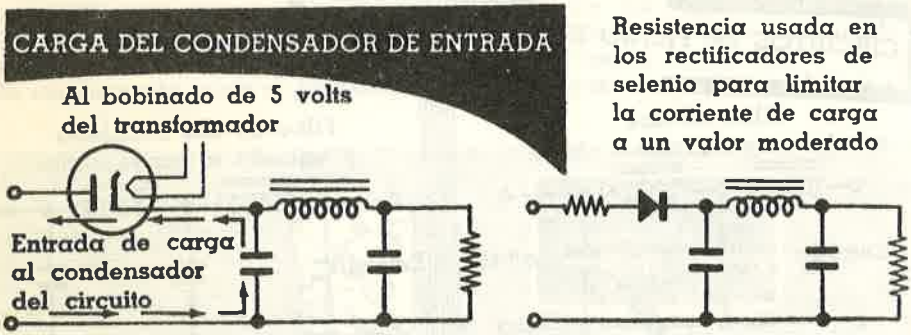
Pueden usarse circuitos resonantes de filtro en las fuentes de alimentación si bien son generalmente usados en otros tipos de circuitos electrónicos. Un circuito de filtro resonante en serie consiste en un choke y un condensador conectados en serie a través de los terminales de salida del circuito rectificador. Usted aprendió en Electricidad Básica (circuitos resonantes en serie) que cuando una inductancia y un condensador en serie entran en resonancia, sus reactancias inductiva y capacitativa se anulan mutuamente y la impedancia resultante es cero. Por lo tanto, si los componentes utilizados resuenan a la frecuencia de zumbido de la fuente de alimentación, se comportarán como un corto circuito a través de la carga para aquella frecuencia particular.

Puede usarse una combinación de L y C resonantes en paralelo conectada en serie con un terminal de la fuente de alimentación para proporcionar filtraje adicional a la frecuencia de zumbido. El circuito resonante en paralelo presenta gran impedancia a la frecuencia de zumbido.

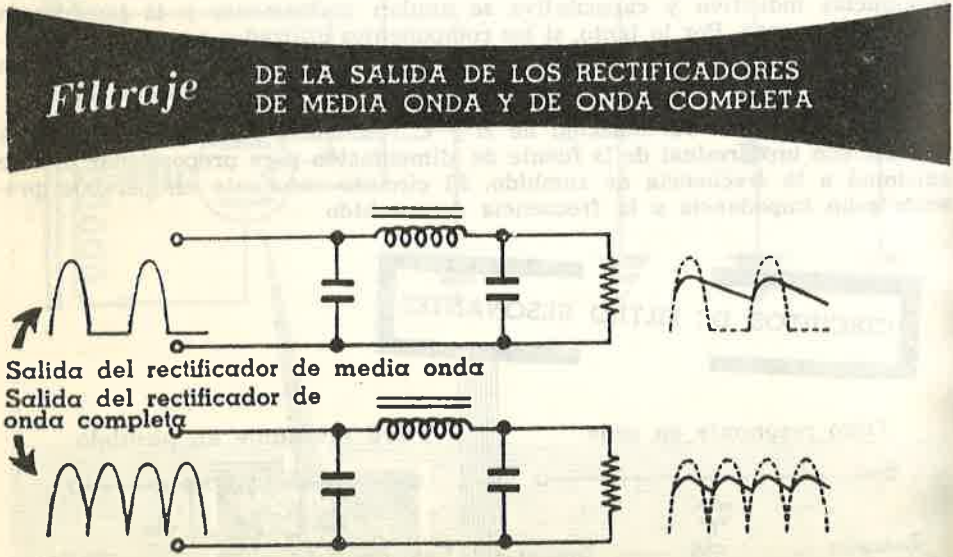


Observaciones relativas a los condensadores en el filtro

Cuando se emplea un filtro de entrada a condensador, la corriente instantánea de pico del rectificador puede ser muy superior a la máxima corriente suministrada a la carga. El condensador de entrada se comporta como un cortocircuito respecto a la carga al aplicar el voltaje. La corriente inicial de carga puede exceder aquella para la cual ha sido calculado el rectificador. Con los rectificadores de selenio se usan a veces resistencias en serie para limitar la corriente inicial de carga del filtro de entrada a condensador.



A causa de los intervalos entre impulsos de la corriente continua, la salida de un rectificador de media onda necesita más filtraje que la de onda completa y el voltaje filtrado de salida será menor. Los condensadores de filtro empleados en las fuentes de alimentación de media onda son generalmente de 2 a 4 veces mayores que los utilizados en fuentes de alimentación de onda completa. Aumentando la capacidad de los condensadores de filtro se obtiene un filtraje adicional.



Cuanto mayor sea la frecuencia del voltaje de entrada de una fuente de alimentación, menor será la capacidad de los condensadores de filtro necesarios. El tiempo entre impulsos es más corto a frecuencias más elevadas y la acción inductiva del choke es mayor a frecuencias más altas.

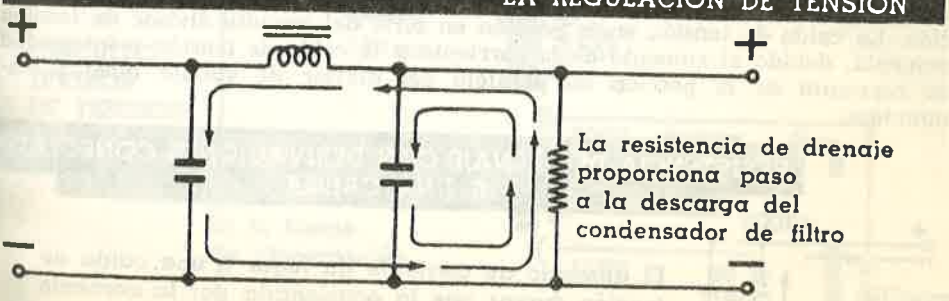
Resistencias de drenaje

Si se suprime completamente la carga a una fuente de alimentación, la tensión se eleva a un valor muy superior al normal. Sin corriente de carga no hay caída de tensión de CC en el circuito y no hay camino para la descarga de los condensadores de filtro, dando por resultado reforzar la tensión de los condensadores de filtro hasta un valor aproximadamente igual al de pico de CA aplicado al tubo rectificador.

Para evitar la elevación del voltaje cuando no hay carga, se conectan frecuentemente resistencias entre los terminales de salida de las fuentes de alimentación. Estas resistencias llamadas de "drenaje" dan paso a la descarga de los condensadores de filtro y sirven también como una carga fija para absorber un valor constante de corriente. La resistencia de drenaje absorbe generalmente un 10 por ciento de la corriente total de salida de la fuente de alimentación.

Como la resistencia de drenaje impide aumentos bruscos en el voltaje en condiciones de poca o ninguna carga, mejora la regulación de la fuente de alimentación y tiende a mantener constante el voltaje de salida a pesar de la carga. Este método de regulación de voltaje es suficiente para la mayor parte de las aplicaciones de las fuentes de alimentación, pero en muchos casos se necesita mejor regulación de voltaje.

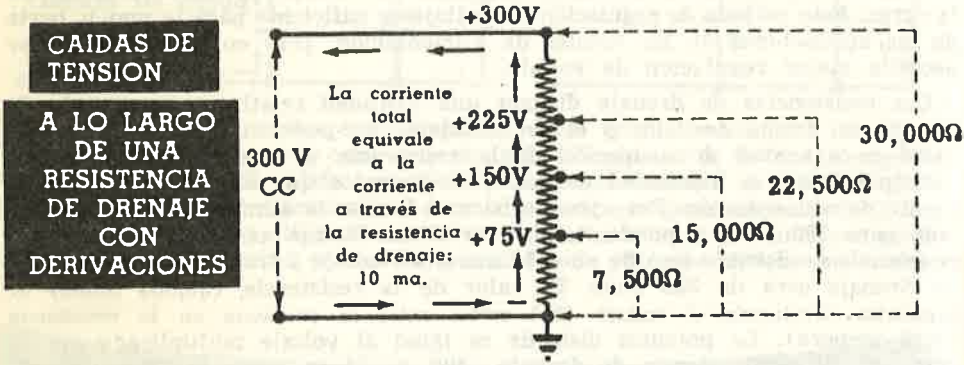
Las resistencias de drenaje disipan una cantidad relativamente grande de energía en forma de calor y deben instalarse en posición bien ventilada. El valor y capacidad de disipación de la resistencia de drenaje dependen del voltaje máximo e intensidad de corriente para los que ha sido calculada la fuente de alimentación. Por ejemplo, si una fuente de alimentación está calculada para 300 volts y puede suministrar 100 miliamperes, la corriente de la resistencia de drenaje será de unos 10 ma. y el voltaje a través de la resistencia de drenaje será de 300 volts. El valor de la resistencia (30,000 ohms) se encuentra dividiendo el voltaje (300 volts) entre la corriente en la resistencia (0.10 ampere). La potencia disipada es igual al voltaje multiplicado por la corriente de la resistencia de drenaje (300 × .01 = 3 watts). El wataje de disipación de la resistencia debe ser superior a la potencia disipada, por lo tanto se empleará una resistencia de 30 K, 10 watts.



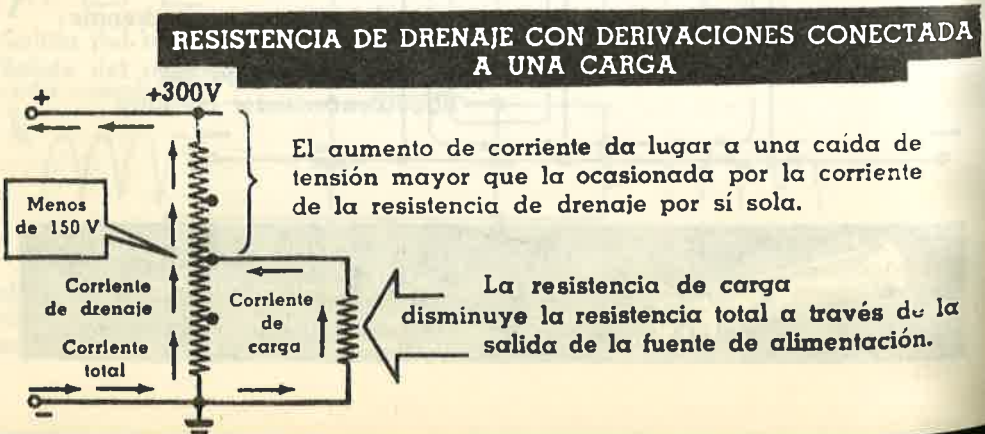
Resistencias de drenaje (continuación)

Las resistencias de drenaje tienen a veces tomas intermedias para suministrar uno o más voltajes más bajos que el voltaje máximo de la fuente de alimentación. La resistencia de drenaje puede estar formada por varias resistencias conectadas en serie a través de la fuente de voltaje disponiéndose de varios voltajes en los puntos de unión de las resistencias.

Cuando la resistencia de drenaje se conecta directamente a los extremos de salida de la fuente de alimentación, el voltaje en los diversos puntos a lo largo de la resistencia divisora es exactamente proporcional a la resistencia en aquel punto, siempre que no se saque corriente de ninguna de las derivaciones. Por ejemplo, si una resistencia de 30,000 ohms con derivaciones a los 7,500, 15,000 y 22,500 ohms se conecta a la salida de una fuente de alimentación de 300 volts, el voltaje se divide proporcionalmente. En la derivación correspondiente a los 15,000 ohms, el voltaje es la mitad del total o sea 150 volts; en la derivación correspondiente a los 7,500 ohms, el voltaje es la cuarta parte del valor total o sea 75 volts y en la derivación correspondiente a los 22,500 ohms el voltaje equivale a los tres cuartos del total, o sea 225 volts. La corriente a través de la resistencia vale 10 miliamperes.



Los voltajes disponibles en las derivaciones de la resistencia de drenaje divisora dependen de la corriente suministrada por alguna de las derivaciones. Cuando se conecta una carga a alguna de las derivaciones, su resistencia queda en paralelo con una parte del divisor de voltaje. Esto da lugar a un circuito serie-paralelo y reduce la resistencia total a través del circuito lo que da lugar a un aumento de la corriente extraída a la fuente de alimentación. La caída de tensión en la porción en serie del circuito divisor de tensión aumenta, debido al aumento de la corriente y la caída de tensión e intensidad de corriente de la porción en paralelo del divisor de voltaje quedan disminuídos.



Resistencias de drenaje (continuación)

Un divisor de tensión típico para una fuente de alimentación de 300 volts y 100 miliamperes debe dar una corriente de 10 miliamperes a través de la resistencia divisora, debe tener una toma a los 200 volts para suministrar 40 miliamperes y otra a los 150 volts para dar 50 miliamperes. Para hallar los valores de las resistencias de cada porción de ese circuito divisor, hay que calcular las caídas de tensión e intensidades de corriente a través de cada resistencia. En el dibujo, los puntos A, B. C. y D suministran las derivaciones para los valores deseados y los valores de las resistencias R_1, R_2 y R_3 se determinan como sigue:

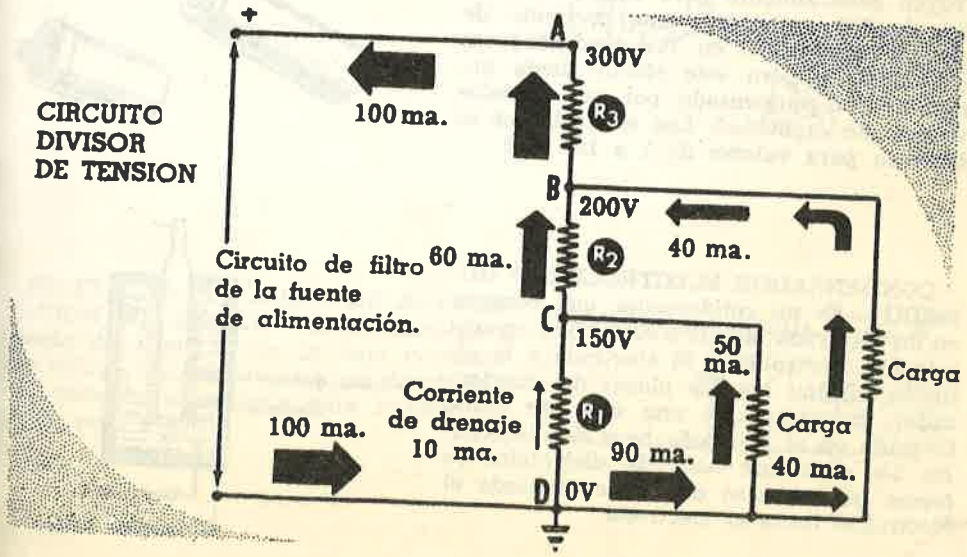
R_1 La caída de tensión a través de R_1 (entre los puntos C y D) es de 150 volts. La intensidad de corriente a través de R_1 es solamente la corriente de la divisora o sea 10 miliamperes. Luego $R_1 = \frac{150}{.01} = \underline{15{,}000 \text{ ohms}}$

R_2 La caída de tensión a través de R_2 (entre los puntos B y C) es de 50 volts (200V - 150V). La intensidad de corriente a través de R_2 es la corriente de la divisora o sea 10 miliamperes más la corriente de carga, que vale 50 miliamperes, o sea 60 ma. en total. Luego $R_2 = \frac{50}{.06} = \underline{833 \text{ ohms.}}$

R_3 La caída de tensión a través de R_3 (entre los puntos A y B) es de 100 volts (300V - 200V). La intensidad de corriente a través de R_3 es la suma de la corriente de la divisora y de la corriente a través de cada carga o sea $10 + 50 + 40 = 100$ ma. Luego $R_3 = \frac{100}{.1} = \underline{1000 \text{ ohms.}}$

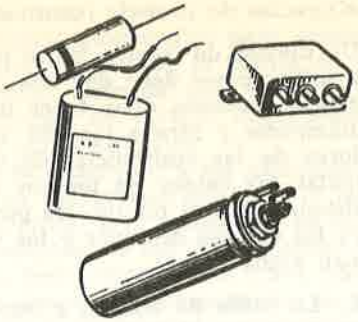
La disipación en watts de cada una de las resistencias se halla multiplicando la intensidad de corriente a través de la resistencia por su caída de tensión:

$150 \times .01 = 1.5$ watts para R_1
$50 \times .06 = 3$ watts para R_2
$100 \times .1 = 10$ watts para R_3



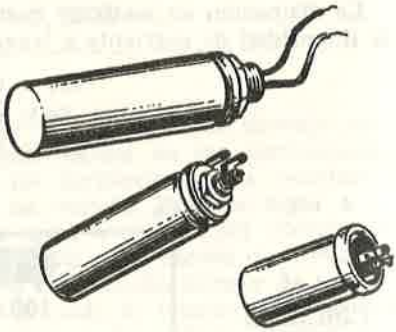
Repaso de los circuitos de filtro

CONDENSADORES DE FILTRO — Son los condensadores que se usan en las fuentes de alimentación para transformar la CC pulsatoria de los rectificadores en una CC que tenga relativamente pocas variaciones en su valor. El condensador se carga a través del circuito rectificador y se descarga a través del circuito de utilización, lo que ayuda a mantener constante el voltaje aplicado al circuito de utilización o de carga.

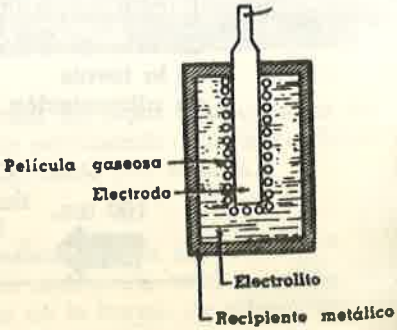


CONDENSADORES DE FILTRO DE PAPEL — Los condensadores de filtro de papel son voluminosos y su valor se limita generalmente a menos de 10 mfd. No tienen polaridad y pueden soportar muy altos voltajes. No hay corriente de pérdida apreciable a través de un condensador de papel. Los condensadores de papel impregnado de aceite se utilizan en circuitos de filtro de alto voltaje.

CONDENSADORES DE FILTRO ELECTROLITICOS — Comparados con los condensadores de papel, los electrolíticos tienen mucha mayor capacidad a igualdad de volumen. Tienen polaridad y se construyen generalmente para trabajar a menos de 600 volts. Hay una corriente de pérdida apreciable en los condensadores electrolíticos, pero este efecto queda generalmente compensado por sus grandes valores de capacidad. Los electrolíticos se fabrican para valores de 1 a 100 mfd.

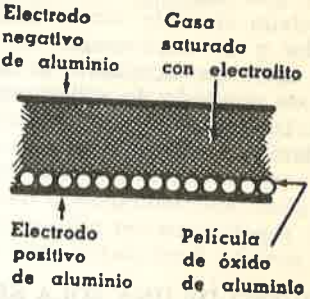


CONDENSADOR ELECTROLITICO HUMEDO — Es un condensador que consiste en un electrodo metálico sumergido en una solución electrolítica. El electrodo y la solución forman las dos placas del condensador, mientras que una capa de óxido formada en el electrodo hace de dieléctrico. La capa que hace de dieléctrico se forma por el paso de corriente desde el electrolito hacia el electrodo.

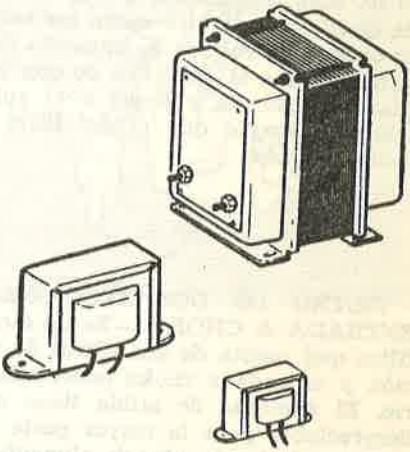


Repaso de los circuitos de filtro (continuación)

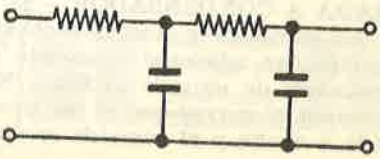
CONDENSADOR ELECTROLITICO SECO — En un condensador electrolítico seco el electrolito es una pasta. El tejido impregnado con la pasta se arrolla entre capas de hojas metálicas que actúan como placas del condensador. Una de las hojas metálicas es la placa positiva y la película formada en su superficie es el dieléctrico. La pasta electrolítica es la placa negativa del condensador y su conexión al terminal se hace a través de una hoja metálica.



CHOKE DE FILTRO — Es una inductancia con núcleo de hierro colocada en serie con la salida del rectificador. Se opone a cualquier cambio en la intensidad de la corriente y reduce el valor de los cambios de la corriente pulsatoria continua de la salida del rectificador.

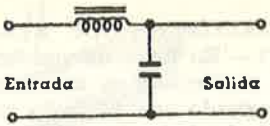


FILTRO PARA FUENTE DE ALIMENTACION SIN CHOKE — Es un filtro para fuente de alimentación de baja corriente que utiliza resistencias en lugar de chokes. Las resistencias se usan para reducir espacio, peso y costo.

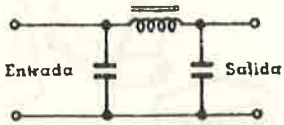


Repaso de los circuitos de filtro (continuación)

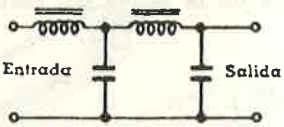
FILTRO DE UNA SOLA SECCION CON ENTRADA A CHOKE — Es un circuito de filtro que consiste en un choke de filtro conectado en serie con la salida del rectificador y un condensador de filtro conectado entre los terminales de salida. El voltaje de zumbido de salida está entre el 3 y el 10 por ciento del voltaje de CC de salida.



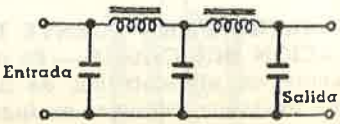
FILTRO DE UNA SOLA SECCION CON ENTRADA A CONDENSADOR — Es un circuito de filtro que consiste en un choke de filtro conectado en serie con la salida del rectificador y dos condensadores de filtro, uno conectado a través de la entrada al filtro y el otro entre los terminales de salida. El voltaje de zumbido de salida es menor que el del filtro de una sola sección con entrada a choke y el voltaje de salida es mayor que el del filtro de entrada a choke.



FILTRO DE DOS SECCIONES CON ENTRADA A CHOKE — Es un circuito de filtro que consta de dos filtros de una sección y entrada a choke conectados en serie. El zumbido de salida tiene un valor despreciable para la mayor parte de aplicaciones de las fuentes de alimentación.



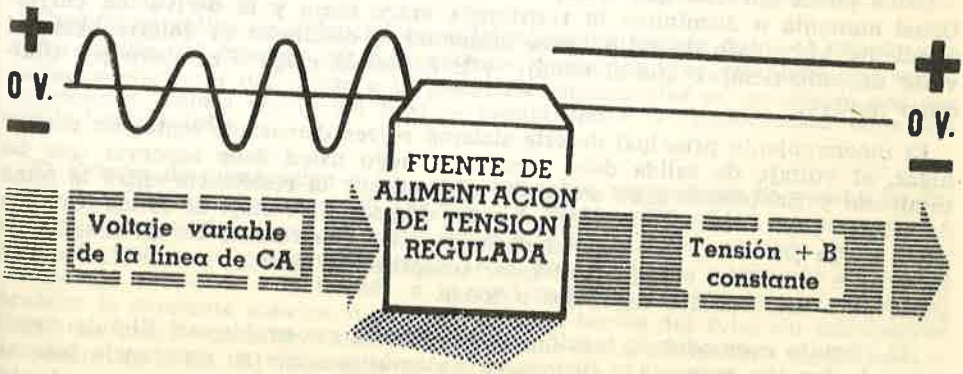
FILTRO DE DOS SECCIONES CON ENTRADA A CONDENSADOR — Es un filtro de dos secciones y entrada a choke con un condensador adicional conectado entre los terminales de entrada al filtro. El voltaje de salida es mayor que el del filtro de entrada a choke y el zumbido es reducido.



Regulación de tensión

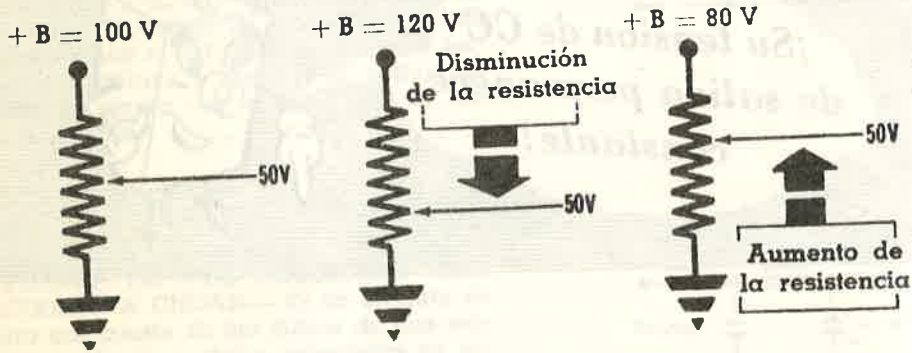
Ahora usted ya comprende la teoría de trabajo de los circuitos rectificadores y de los circuitos de filtro. Usted se da cuenta de la importancia que tiene mantener la fuente de alimentación en buenas condiciones de trabajo para que el equipo electrónico completo sea capaz de desempeñar sus funciones.

Ahora usted va a estudiar los circuitos de fuentes de alimentación con tensión regulada que se necesitan para realizar trabajos especiales que las fuentes de alimentación de aplicación general no pueden hacer. De la misma manera que otros circuitos que usted utilizará, los circuitos reguladores de tensión van desde circuitos muy sencillos compuestos de solamente uno o dos elementos hasta circuitos complicados que requieren muchos componentes. Sin embargo, todos estos circuitos trabajan de la misma manera que los circuitos reguladores básicos.



Regulación de tensión (continuación)

Usted conoce ya los dos factores más importantes que afectan la salida del voltaje + B en una fuente de alimentación de tipo corriente. Cuando el voltaje de la línea de CA se eleva, el voltaje + B de salida se eleva; y cuando el voltaje de CA de la línea baja, el voltaje + B de salida baja. Del mismo modo, cuando se saca poca corriente del terminal + B de salida, el voltaje + B es más elevado que cuando la corriente es mayor. Lo que usted quiere saber ahora es cómo el regulador de tensión soluciona ambos problemas. Si usted conecta un potenciómetro entre + B y tierra, en cualquier fuente de alimentación convencional, usted tiene un perfecto regulador de tensión accionado a mano. Suponga que tiene un potenciómetro de 1000 ohms y una fuente de alimentación cuyo voltaje + B es de 100 volts. Suponga también que desea un voltaje constante de salida de 50 volts. Usted ajusta primeramente su potenciómetro de tal manera que la toma central esté precisamente en la mitad de la resistencia del potenciómetro. Si el voltaje + B sube momentáneamente debido a un aumento del voltaje de CA de la línea o a una disminución de la corriente de salida, lo que tiene que hacer es mover la toma central hacia el lado de masa *(disminuir la resistencia entre la toma y tierra)* hasta que vuelva a tener otra vez 50 volts. Si el voltaje + B cae debido a una disminución en el voltaje de la línea de CA o a un aumento de la corriente de salida, tiene que separar de masa la toma central *(aumentar la resistencia entre la toma y tierra)* hasta que vuelva a tener 50 volts.



Usted puede apreciar que el regulador manual de voltaje funciona muy bien. Usted aumenta o disminuye la resistencia entre tierra y la derivación correspondiente al voltaje de salida para aumentar o disminuir el voltaje hasta el valor deseado siempre que el voltaje + B de salida caiga o se eleve por cualquier motivo.

El inconveniente principal de este sistema es ser demasiado lento. En primer lugar, el voltaje de salida debe cambiar. Luego usted debe observar que ha cambiado y finalmente debe aumentar o disminuir la resistencia entre la toma de voltaje y tierra para restablecer el valor deseado de voltaje de salida. Cuando usted tenga en cuenta que hay muchos circuitos electrónicos en un sistema de radar que necesitan voltaje constante, comprenderá que se necesitaría mucha gente para mantenerlos regulados a todos.

¡El circuito regulador de tensión resuelve todos sus problemas! El tubo regulador de tensión aumenta o disminuye automáticamente su resistencia interna cuando el suministro de voltaje + B cae o sube, de manera que mantiene una tensión constante entre sus extremos.

El tubo regulador de tensión

El tubo regulador de tensión está formado por una placa y un cátodo colocados en una ampolla que contiene un gas a baja presión. No tiene filamento y por lo tanto el tubo es de los llamados de cátodo frío. El símbolo en radio de este tubo es tal como se ilustra. El punto dentro de la envolvente indica la presencia de un gas.

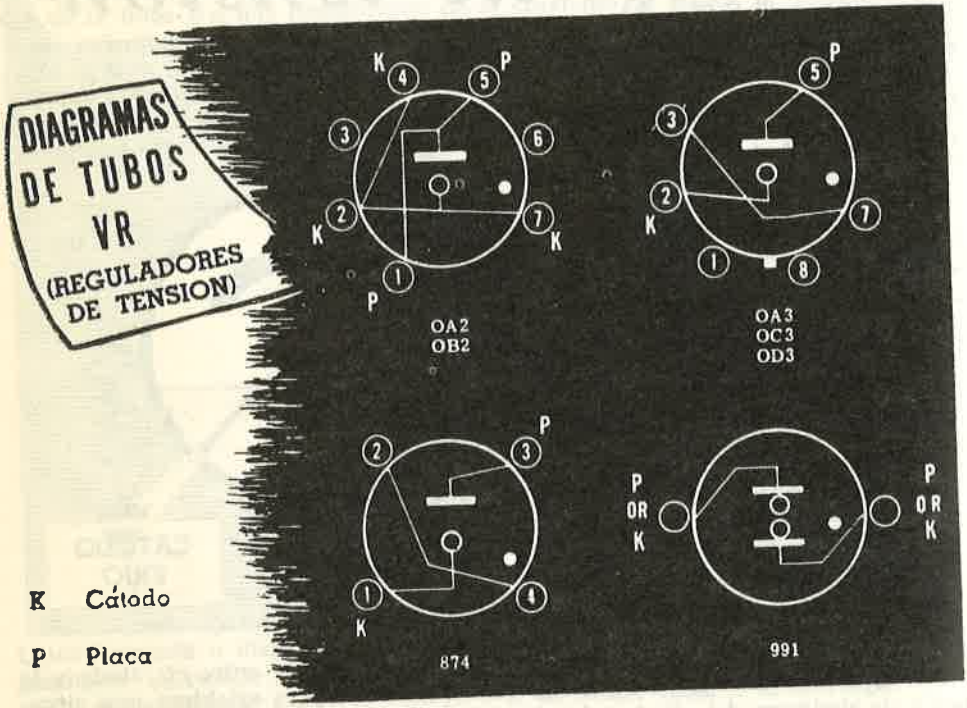
Cuando se aplica un potencial lo suficientemente grande entre el cátodo y la placa, el gas del interior del tubo se hace conductor y se establece una circulación de electrones del cátodo a la placa. La conductividad se caracteriza por una luminosidad azulada dentro del tubo — cuanto mayor la conductividad tanto mayor la luminosidad.

El sistema de numeración usado para los tubos reguladores ha cambiado durante los últimos años. Los VR-150/30, VR-90/30 y VR-75/30 corresponden a designaciones antiguas que ya no se usan. Las letras "VR" quieren decir regulador de voltaje; el primer número, "150", etc. ponía de manifiesto el voltaje de trabajo del tubo — la tensión a la cual regulaba. El último número representaba la corriente máxima que podía pasar a través del tubo sin estropearlo. Todos los tubos reguladores tienen también una corriente mínima de trabajo de alrededor de 5 ma. El tubo deja de ser conductor si la corriente desciende de aquel valor. Puede obtenerse una amplia gama de voltajes regulados usando alguno de los tubos reguladores solos o combinados en serie.

El tubo regulador de tensión (continuación)

El nuevo sistema de numeración de los tubos reguladores es el siguiente:

Tipo	*Voltaje de trabajo, CC*	*Límites de corriente, ma.*
0A2	151	5 a 30
0A3	75	5 a 40
0B2	108	5 a 30
0C3	108	5 a 40
0D3	153	5 a 40
874	90	10 a 50
991	59	0.4 a 2.0



K Cátodo

P Placa

Bajo este nuevo sistema se dispone de mayor variedad de voltaje de trabajo de CC y mayor gama de corrientes.

El tubo VR es un diodo que consiste en una delgada varilla mantenida en posición vertical dentro de un cilindro metálico de poco espesor. Se extrae el aire de la ampolla, el que es reemplazado por una pequeña cantidad de gas neón o helio mezclado con algo de gas argón. En cuanto la intensidad de corriente que circula a través del tubo se mantiene dentro de los límites adecuados, la tensión de placa del tubo varía muy poco.

Si se necesitan voltajes de trabajo superiores a los de la lista consignada más arriba, pueden conectarse en serie dos o más tubos VR. La conexión en paralelo se usa cuando se necesitan corrientes más intensas.

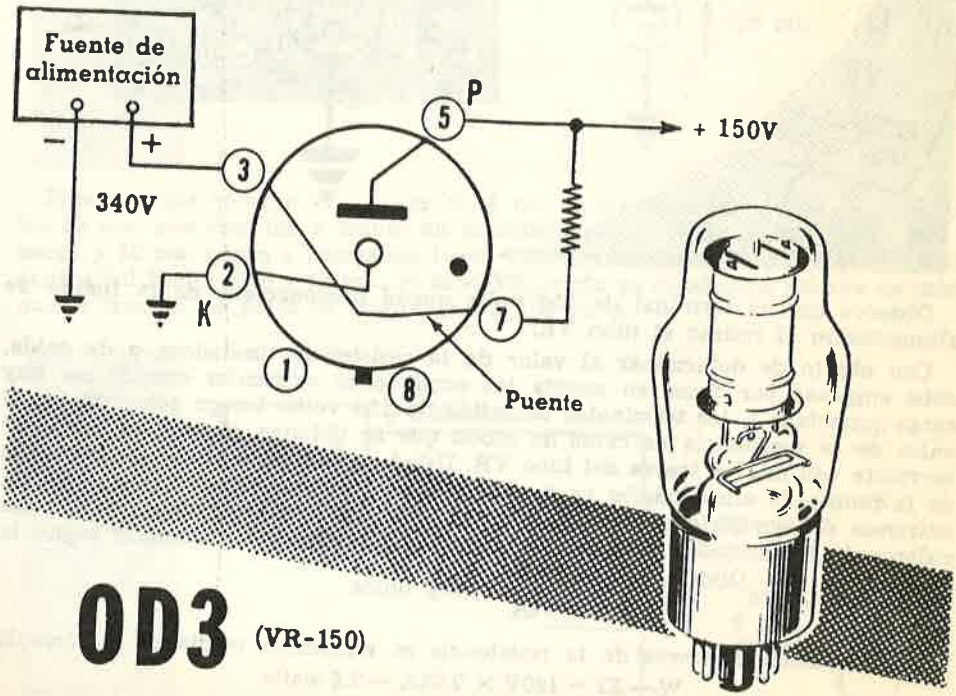
Un sencillo circuito de tubo regulador (VR)

He aquí un ejemplo de cómo se usa un tubo VR en un circuito típico. Suponga que usted tiene una fuente de alimentación con un voltaje de salida de 350 volts CC. Usted necesita suministrar voltaje a un circuito especial que requiere 150 volts CC con una variación de corriente de 10 a 30 miliamperes. Este circuito necesita que los 150 volts CC se mantengan constantes a pesar de las variaciones de la corriente.

Como que usted necesita un voltaje constante de 150 volts CC con una intensidad máxima de corriente de 30 miliamperes, un 0D3 (VR-150) llenará sus necesidades. Aquí están las características de trabajo del 0D3 (VR-150) especificadas por su fabricante — observe cómo satisfacen sus requerimientos:

Voltaje CC de la fuente de alimentación	185 volts mín.
Voltaje CC de encendido	160 volts
Voltaje CC de trabajo	153 volts
Corriente continua de trabajo	5 a 40 ma.

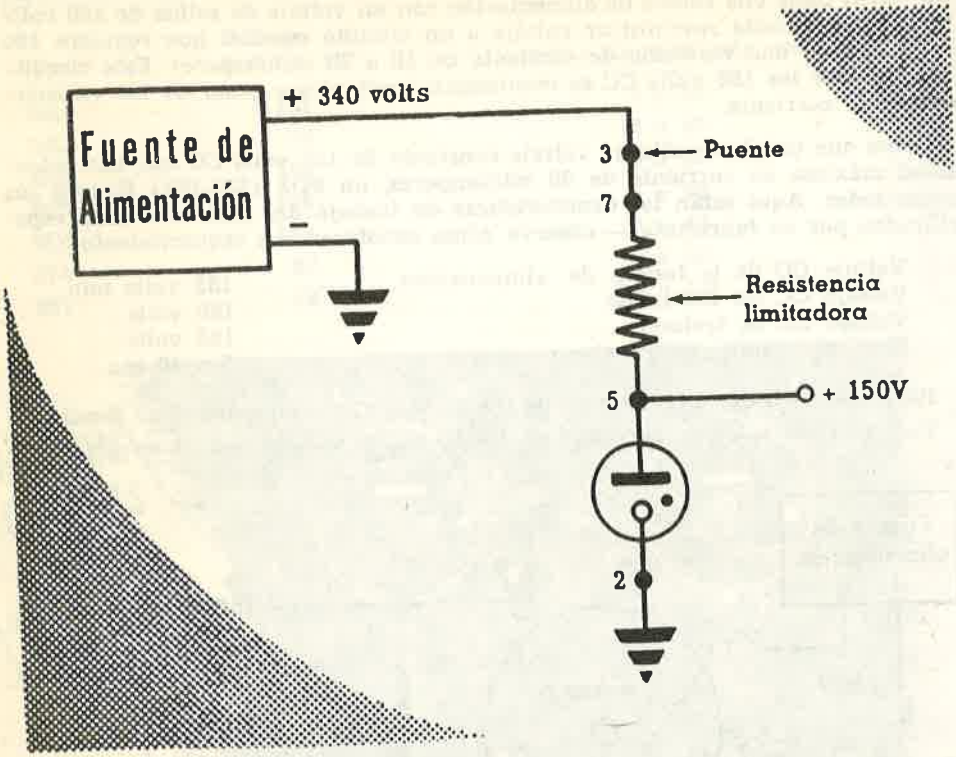
Para una variación de corriente de 5 a 30 ma. el voltaje variará en 2 volts.
Para una variación de corriente de 5 a 40 ma. el voltaje variará en 4 volts.



Observe que las patitas 3 y 7 están puenteadas en el interior del tubo. Si las patitas 3 y 7 se conectan en serie con el circuito, el puente hará de interruptor. Cuando se saque el tubo VR, el circuito que necesita los 150 volts quedará desconectado de la fuente de alimentación. Si este puente no se conectara como interruptor, al retirar el tubo VR, el circuito alimentado con 150 volts recibiría más de 150 volts, estropeándose sus componentes o trabajando en forma inadecuada.

Un sencillo circuito de tubo regulador (continuación)

Como aclaración al circuito descripto en la página anterior, el tubo VR se conecta a la fuente de alimentación de esta forma:



Observe que el terminal de 150 volts queda desconectado de la fuente de alimentación al retirar el tubo VR.

Con objeto de determinar el valor de la resistencia limitadora o de caída, debe empezar por tener en cuenta las condiciones existentes cuando no hay carga conectada a los terminales de salida de 150 volts. Luego debe ajustar el valor de la resistencia de caída de modo que se obtenga el valor *máximo* de corriente (40 ma.) a través del tubo VR. Usted ya sabe que el voltaje de salida de la fuente de alimentación es de 340 volts, por lo tanto el voltaje entre los extremos de la resistencia tendrá que ser 340 - 150 o sea 190 volts. Para estos valores de intensidad y voltaje, el valor de la resistencia, calculado según la ley de Ohm, será: $R = \frac{E}{I} = \frac{190\,V}{0.04A} = 4750$ ohms

La disipación en watts de la resistencia se encuentra mediante la fórmula

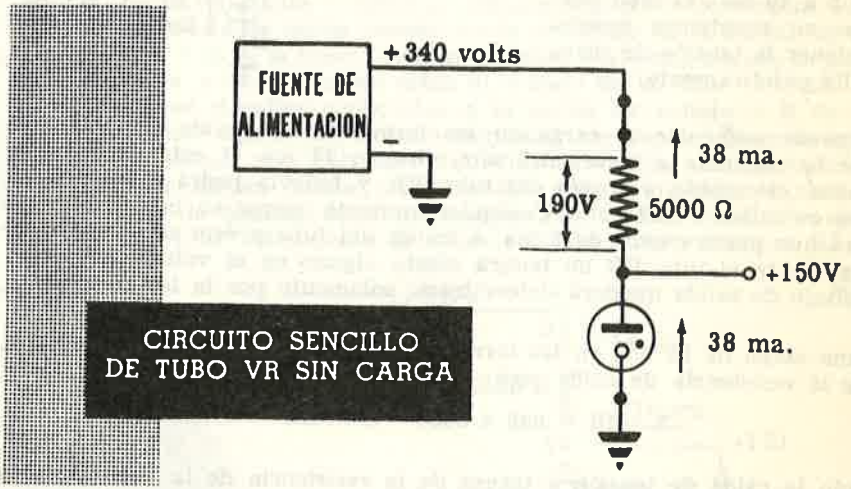
$$W = EI = 190V \times 0.04A = 7.6 \text{ watts}$$

La resistencia que usted necesita, según el resultado anterior, es una resistencia de 4750 ohms calculada para 7.6 watts. Tal resistencia no podría conseguirse sino encargándola a propósito. La resistencia comercial de valor más próximo es de 5000 ohms. Esta resistencia permitiría una intensidad de 38 ma. a través del tubo, valor conveniente para su objeto. Podría emplearse una resistencia de 10 watts de disipación, pero una de 25 watts seguramente sería mejor, pues su volumen y costo no son mucho mayores y se reduce el peligro de que se queme.

Regulación de tensión cuando varía la corriente de carga

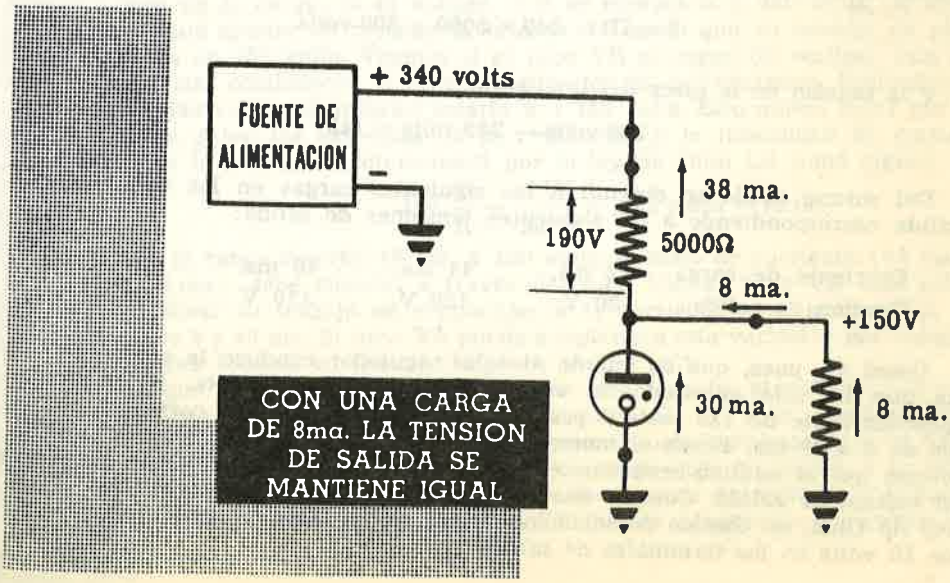
Ahora que usted ha terminado con los detalles de un circuito regulador de tensión a tubo, suponga que quiere descubrir cómo trabaja para mantener constante el voltaje de salida de 150 volts a pesar de las variaciones de la corriente de salida. Para poder hacerlo, el tubo VR aumenta o reduce su resistencia ajustándola a las variaciones de carga y voltaje suministrado.

Cuando no hay carga conectada a la salida de 150 volts, pasarán 38 ma. a través del tubo. Como la corriente que circula a través del tubo está dentro de su valor normal, el tubo VR ajusta su resistencia interna de tal modo que la tensión de placa valga 150 volts.



CIRCUITO SENCILLO DE TUBO VR SIN CARGA

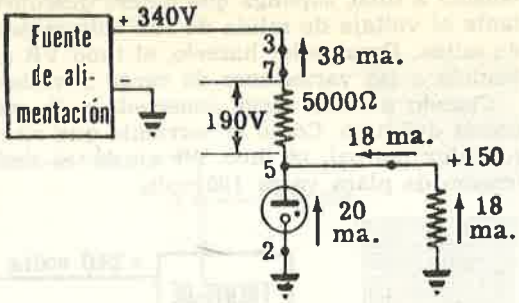
Suponga que conecta una carga de 8 ma. a los terminales de 150 volts. De los 38 ma. que circulan a través de la resistencia de caída, 8 ma. pasan por la carga y 30 ma. pasan a través del tubo. Como la corriente del tubo está todavía dentro del límite de 5 a 40 ma., el tubo VR ajusta su resistencia interna de modo que la tensión de placa se mantenga en 150 volts.



CON UNA CARGA DE 8ma. LA TENSION DE SALIDA SE MANTIENE IGUAL

Regulación de tensión cuando varía la corriente de carga (continuación)

Si ahora usted aumenta la carga en los terminales de 150 volts a 18 ma., a través del tubo VR pasarán 20 ma. y el voltaje de salida se mantendrá en 150 volts. Mientras la corriente que circula a través del tubo VR esté dentro del límite de 5 a 40 ma., el tubo puede ajustar su resistencia interna para mantener la tensión de placa a 150 volts prácticamente.



Usted puede aumentar la carga en los terminales de salida de 150 volts hasta que la corriente a través del tubo alcance 33 ma. A esta carga, solamente 5 ma. circularán a través del tubo VR y todavía podrá mantener los terminales de salida a 150 volts. Cualquier aumento mayor en la corriente de carga hará que pasen menos de 5 ma. a través del tubo y éste se apagará. De aquí en adelante el tubo VR no tendrá efecto alguno en el voltaje de salida, y este voltaje de salida quedará determinado solamente por la ley de Ohm.

Para una carga de 38 ma. en los terminales de salida, la caída de tensión a través de la resistencia de caída será:

$$E = IR = .038 \times 5000 = 190 \text{ volts}$$

Restando la caída de tensión a través de la resistencia de la tensión de la fuente de alimentación, se obtiene la siguiente tensión en la placa del tubo:

$$340 - 190 \text{ volts} = 150 \text{ volts}$$

Para una carga de 40 ma. en los terminales de salida, la caída de tensión a través de la resistencia limitadora será:

$$E = IR = .040 \times 5000 = 200 \text{ volts}$$

Y la tensión en la placa del tubo será:

$$340 \text{ volts} - 200 \text{ volts} = 140$$

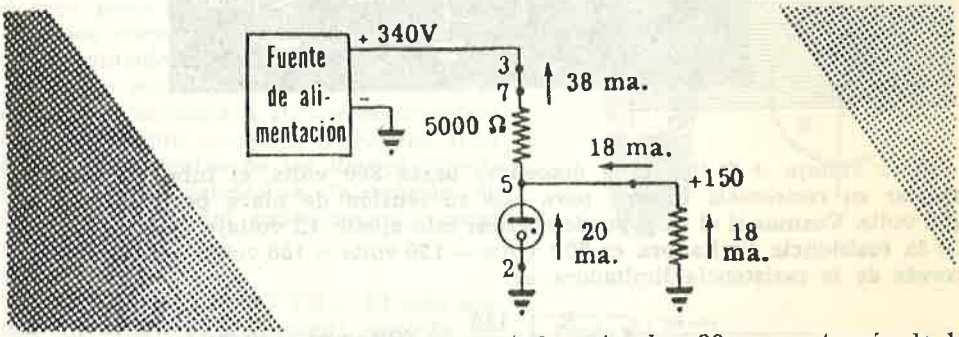
Del mismo modo se obtendrán las siguientes cargas en los terminales de salida correspondiendo a las siguientes tensiones de salida:

Corriente de carga	42 ma.	44 ma.	46 ma.	48 ma.
Tensión de salida	130 V.	120 V.	110 V.	100 V.

Usted ve, pues, que en cuanto el tubo regulador conduce la corriente para la que ha sido calculado, el voltaje se mantiene constante. El voltaje es prácticamente de 150 volts a pesar de las variaciones de la corriente de carga de 0 a 33 ma. Desde el momento en que la corriente a través del tubo es menor que el mínimo necesario, el tubo no trabaja y la ley de Ohm determina el voltaje de salida. Cuando este voltaje de salida queda determinado por la ley de Ohm, un cambio de solamente 2 ma. en la carga origina una variación de 10 volts en los terminales de salida.

Regulación de tensión cuando varía el voltaje de la fuente de alimentación

Hay otro aspecto de los circuitos reguladores de tensión que todavía no ha sido tenido en cuenta — cómo el circuito regulador de tensión mantiene constante el voltaje de salida cuando varía el voltaje de la fuente de alimentación. El voltaje + B de la fuente de alimentación se elevará cuando se eleve el voltaje de la línea y caerá cuando caiga el voltaje de la línea. Además hay generalmente otros circuitos conectados a la salida de voltaje + B de la fuente de alimentación, aparte del circuito regulador de tensión. Cuando estos otros circuitos absorben más corriente del + B, la tensión cae; y cuando estos otros circuitos absorben menos corriente del + B, la tensión se eleva. El circuito regulador de tensión debe suministrar una tensión constante de salida a la placa del tubo VR a pesar de esas variaciones del voltaje + B.



En las condiciones de trabajo representadas, circulan 38 ma a través de la resistencia limitadora, circulan 20 ma. a través del tubo VR y circulan 18 ma. a través de la carga. Si el voltaje + B se elevara a + 360 volts, el tubo VR tendría que ajustar su resistencia interna de modo que su tensión de placa se mantenga en 150 volts. Veamos si el tubo VR es capaz de realizar este ajuste.

Bajo estas condiciones el extremo superior de la resistencia limitadora estaría a + 360 volts y el inferior estaría a + 150 volts. Esto quiere decir que habrá 210 volts entre los extremos de la resistencia y la intensidad de corriente a través de la misma se determinará por la ley de Ohm tal como sigue:

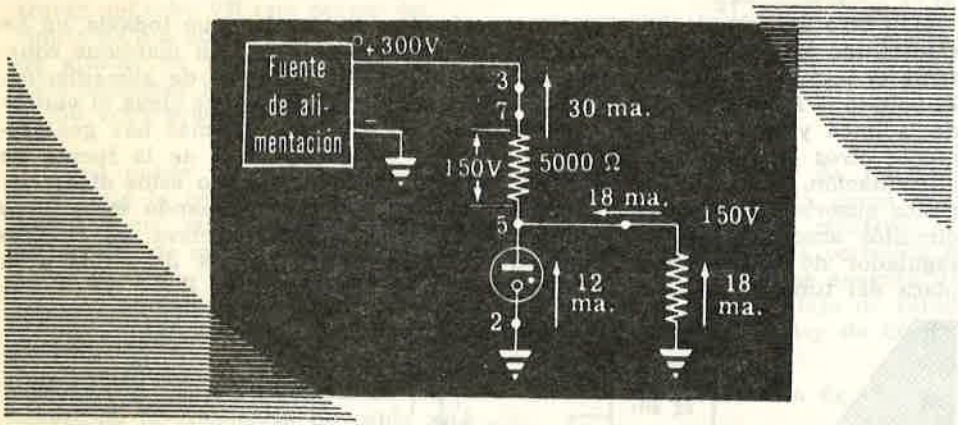
$$I = \frac{E}{R} = \frac{210}{5000} = .042 \text{ amps} = 42 \text{ ma.}$$

Como la carga absorbe 18 ma. a 150 volts, el resto de corriente (42 ma. — 18 ma. = 24 ma.) debe circular a través del tubo VR. El tubo VR está calculado para realizar su trabajo de regulación si la corriente que circula a su través está entre 5 y 40 ma. El tubo VR puede adaptarse a esta variación del voltaje + B y mantener todavía su tensión de placa en 150 volts.

Para que el circuito dejara de realizar este trabajo, el voltaje + B tendría que haberse elevado por encima de 440 volts. En tal punto habría 290 volts entre los extremos de la resistencia limitadora y una corriente total de 58 ma. a través de dicha resistencia. La corriente de carga sería de 18 ma. y la corriente en el tubo VR sería de 40 ma. Cualquier incremento del voltaje + B haría circular más de 40 ma. a través del tubo VR que se estropearía por exceso de corriente.

Regulación de tensión cuando varía el voltaje de la fuente de alimentación (continuación)

Ahora que usted ha examinado lo que ocurre cuando se produce una elevación del voltaje + B suministrado al circuito regulador de tensión, suponga que quiere averiguar lo que ocurre cuando dicho voltaje + B cae.



Si el voltaje + B llegara a descender hasta 300 volts, el tubo VR debería ajustar su resistencia interna para que su tensión de placa permaneciera en 150 volts. Veamos si el tubo puede realizar este ajuste. El voltaje en los extremos de la resistencia limitadora es 300 volts — 150 volts = 150 volts. La corriente a través de la resistencia limitadora es:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{150}{5000} = .030 \text{ amps} = 30 \text{ ma.}$$

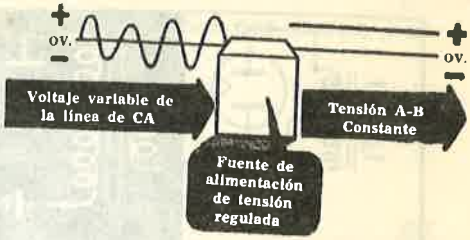
La carga absorbe 18 ma. y el resto de la corriente (30 ma. — 18 ma. = 12 ma.) circula a través del tubo VR. El tubo VR trabajará mientras tanto la corriente que lo atraviesa se mantenga entre 5 y 40 ma. El tubo VR puede arreglarse con la caída del voltaje + B y mantener todavía 150 volts en su placa.

Para que el circuito deje de cumplir su cometido, el voltaje + B debería caer por debajo de 265 volts. Para este valor, habría 115 volts entre los extremos de la resistencia limitadora y una corriente total de 23 ma. a través de ella. La corriente de carga sería de 18 ma. y la corriente a través del tubo valdría 5 ma. Cualquier caída de voltaje + B más allá de este límite daría una intensidad menor de 5 ma. a través del tubo VR y dejaría de funcionar. La tensión en la placa estaría entonces determinada solamente por la Ley de Ohm aplicada al voltaje + B y al valor de la resistencia limitadora.

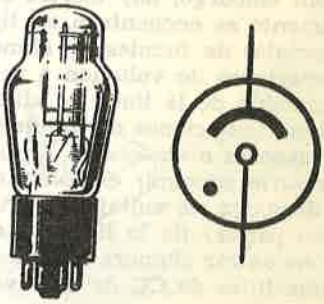
Usted ha examinado los principios relativos al trabajo del circuito regulador de tensión. Usted ha visto que la tensión de placa del tubo VR se mantiene prácticamente constante siempre que no se excedan los límites de corriente de este tubo. Utilizando un circuito regulador de tensión de este tipo usted puede obtener un voltaje constante de salida a pesar de variaciones bastante grandes en el voltaje de la fuente de alimentación y a pesar de variaciones notables en la corriente absorbida a la fuente regulada.

Repaso

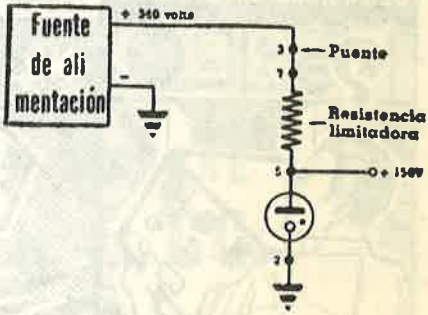
REGULACION DE TENSION — Regulación de tensión es un término utilizado para expresar la eficacia de una fuente de alimentación para mantener constante el voltaje de salida a pesar de las variaciones en el voltaje de línea y en la corriente de carga. Hay ciertos tipos de circuitos electrónicos que no trabajan correctamente si el voltaje que se les suministra varía más de unos pocos volts. El suministro de voltaje a esos circuitos requiere la adición de un circuito regulador de tensión que mantenga un voltaje esencialmente constante independientemente de las variaciones en el voltaje de línea e intensidad de corriente de carga.



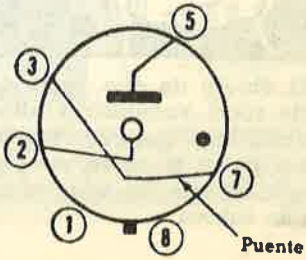
TUBO REGULADOR DE TENSION — El tubo regulador de tensión (VR) consiste en una placa y un cátodo sin filamento — ambos encerrados en una ampolla de vidrio conteniendo un gas a baja presión. Cuando se aplica un voltaje suficiente al tubo, pasa corriente a su través. Mientras la corriente que circula a través del tubo se mantenga dentro de los límites especificados por el fabricante, la tensión de placa se mantendrá prácticamente constante.



CIRCUITO DE TUBO VR — El más sencillo (y ampliamente usado) circuito regulador de tensión consiste en una resistencia de caída o limitadora y un tubo VR colocados en serie entre un extremo de la salida de la fuente de alimentación y masa. El voltaje regulado se toma de la placa del tubo VR. La corriente de carga y la corriente del tubo VR circulan ambas a través de la resistencia limitadora, y la corriente en el tubo VR varía con la corriente de carga manteniendo constante la corriente a través de la resistencia de caída o limitadora.

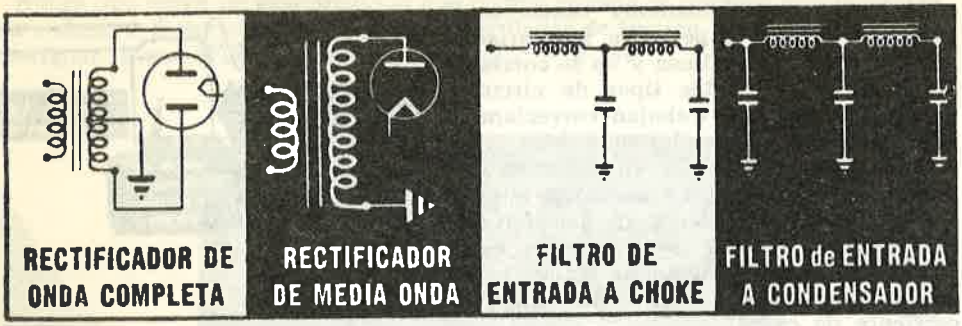


PUENTE DEL TUBO VR — El objeto del puente en el tubo VR es impedir que el voltaje no regulado alcance algún circuito electrónico especial cuando se retira el tubo VR. Sin el puente, el voltaje no regulado llegaría al circuito, provocando un trabajo inadecuado y posibles averías. Al sacar el tubo VR queda eliminado el puente y se desconecta el voltaje del circuito especial.



Por qué se necesitan otros tipos de fuentes de alimentación

Casi todas las fuentes de alimentación que usted encontrará en los equipos electrónicos consistirán en un rectificador de media onda o de onda completa y un filtro de entrada a choke o a condensador.



Sin embargo, hay ciertos otros tipos de fuentes de alimentación que ocasionalmente se encuentran en tipos especiales de equipos electrónicos. Estos tipos especiales de fuentes de alimentación se encontrarán en equipos afectados por limitaciones de volumen o peso, o limitaciones en cuanto a la clase de voltaje disponible de la línea de alimentación — si es que se dispone de tal línea.

Las limitaciones de volumen o peso pueden exigir que no se utilicen transformadores o chokes en la fuente de alimentación. En algunos casos puede ser necesario suprimir el voluminoso tubo rectificador. Habrá casos en los que no se disponga de voltaje de CA — utilizándose los 220 volts CC (o 110 volts en otros países) de la línea de corriente continua. Una que otra vez puede usted no encontrar siquiera una línea de 220 (o 110) volts de CC y tener que recurrir a una línea de CC de bajo voltaje o a baterías de bajo voltaje.

El objeto de esta parte de la Sección de Fuentes de Alimentación es enseñarle cómo suministrar alto voltaje de CC a tubos de vacío bajo esas varias restricciones. Aunque esas fuentes de alimentación no son comunes, usted debe saber cómo trabajan porque usted puede estar seguro de encontrarse por lo menos con alguna de ellas en el futuro. Apréndalas ahora y evítese luego dolores de cabeza.

Tipos generales

Los tipos especiales de fuentes de alimentación que va a aprender en lo que falta sobre este tema se dividen en dos grupos principales:

1. Fuentes de alimentación incluídas en equipos sobre los que existen limitaciones de volumen y peso.

En este grupo se incluyen:

a. Fuentes de alimentación sin transformador.

b. Fuentes de alimentación sin transformador ni chokes.

2. Las fuentes de alimentación proyectadas para equipos para los que se dispone solamente de CC sea proveniente de una línea o de baterías.

a. Fuentes de alimentación a vibrador.

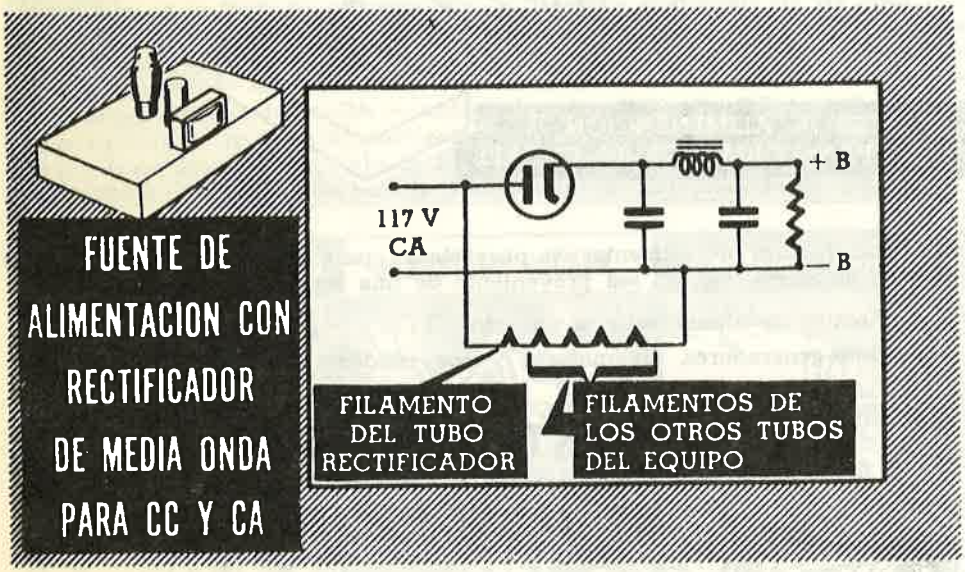
b. Moto-generadores, dinamotores y convertidores rotatorios.

Fuentes de alimentación sin transformador

Las fuentes de alimentación sin transformador se usan a veces en algunos equipos electrónicos para economizar el peso y espacio del transformador de alimentación. En los radios comerciales, las fuentes de alimentación sin transformador se emplean muy frecuentemente para ahorrar el costo del transformador así como economizar su peso y espacio. Casi todos los radios portátiles que usted puede ver tendrán una fuente de alimentación sin transformador y muchos radios de modelo de sobremesa o consola también están hechas de la misma manera. Hay tres tipos de fuentes de alimentación sin transformador de uso general — la rectificadora de media onda para CC y CA, la dobladora de tensión y la de rectificador metálico seco.

Fuente de alimentación con rectificador de media onda para CA y CC

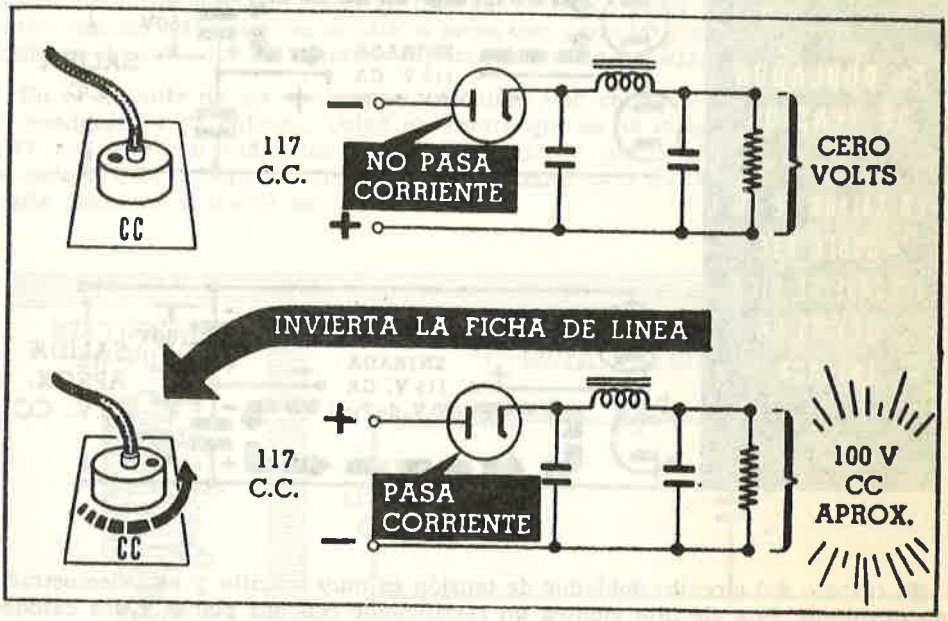
La fuente de alimentación con rectificador de media onda para CA y CC es útil solamente en circuitos en que los tubos trabajan aproximadamente a unos 100 volts de + B y que sirven tanto para CA como para CC. El circuito en sí es un sencillo circuito rectificador de media onda seguido por un filtro de entrada a condensador — usted ya está familiarizado con el trabajo de ambos circuitos.



Observe que los filamentos del tubo rectificador y de los demás tubos del circuito están todos conectados en serie con la línea de alimentación. Mientras todos los tubos requieran la misma corriente de filamento y mientras la suma de los voltajes de filamento se aproxime al voltaje de línea, el circuito trabajará correctamente. Un radio portátil típico de 5 tubos empleará un 35Z5 como rectificador; un 12SA7 como primer detector; un 12SK7 como amplificador de frecuencia intermedia; un 12SQ7 como segundo detector y un 50L6 como audio amplificador. Los voltajes de filamento que necesitan estos tubos suman 121 volts (35 + 12 + 12 + 12 + 50 = 121) lo suficientemente próximo al voltaje de la línea.

Fuente de alimentación con rectificador de media onda para CA y CC (continuación)

Una característica especial de esta fuente de alimentación es que trabaja lo mismo con CA como con CC. Si se incluyera un transformador en el circuito, el transformador se quemaría (o se quemaría un fusible de protección) en el caso que se conectara a una línea de CC. En la fuente de alimentación de media onda para CA y CC no hay transformador. Cuando la placa del tubo rectificador se conecta al lado positivo de una línea de CC y el cátodo se conecta al lado negativo de la línea de CC a través de la carga, el circuito suministra voltaje + B. La placa rectificadora siempre será positiva respecto al cátodo y la placa atraerá una corriente constante de electrones — en el cátodo aparecerá un voltaje + B con muy poco zumbido.

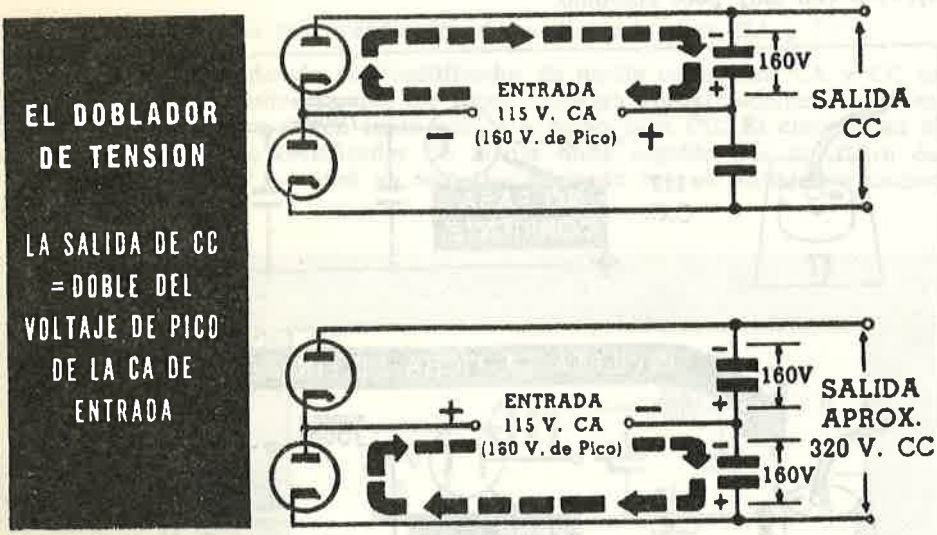


Observe que para el trabajo en una línea de CC la placa tiene que conectarse siempre al lado positivo de la línea y el cátodo tiene que conectarse siempre a través de la carga al lado negativo de la línea. Si accidentalmente se invirtieran esas conexiones (por utilizar una clavija no polarizada) la placa del rectificador sería negativa y no atraería electrones del cátodo. El circuito no trabajará. Siempre que una fuente de alimentación de este tipo no trabaja en una línea de CC, una de sus primeras comprobaciones debe ser retirar la ficha y darla vuelta al efecto de invertir las conexiones del rectificador a la línea. El uso de un tomacorriente y clavija polarizados evita este inconveniente.

Si se utiliza una línea de CA, la fuente de alimentación trabajará sin importar cómo se conecte la clavija a la línea. Sin embargo, uno de los polos de la línea de CA está generalmente conectado a tierra y el otro polo es el llamado "vivo" o activo. Si el rectificador se conecta de manera que el cátodo quede conectado al polo activo de la línea a través de la carga, habrá más zumbido de CA en el circuito conectado a la fuente de alimentación. Siempre que observe excesivo zumbido en equipo que emplee una fuente de alimentación de este tipo, pruebe de invertir la clavija de línea. El uso de un tomacorriente y clavija polarizados evita este inconveniente.

Fuente de alimentación dobladora de tensión

Un tipo de fuente de alimentación empleada a veces en equipos electrónicos es la dobladora de tensión. El inconveniente de la fuente de alimentación de media onda para CA — CC es que solamente suministra unos 100 volts + B lo que ocasiona muchas limitaciones a los circuitos que deben emplear tal fuente de alimentación. Las dobladoras de tensión resuelven este problema suministrando aproximadamente 300 volts + B cuando se conectan a una línea de CA de 110 volts.



El trabajo del circuito doblador de tensión es muy sencillo y está demostrado en el dibujo. Este circuito emplea un rectificador con dos placas y dos cátodos — formando dos circuitos rectificadores de media onda. Cada uno de los dos rectificadores de media onda trabaja con la misma entrada de CA. Cuando el terminal de entrada de CA de la derecha es positivo, el rectificador superior en el esquema produce corriente electrónica y el condensador superior se carga con una tensión igual al voltaje de pico de la línea. Cada condensador está cargado ahora y ambos quedan en serie con respecto a los terminales de CC de salida. La suma de estos dos voltajes de pico queda ahora disponible como voltaje de CC de salida y equivale al doble del voltaje de pico de la CA de entrada.

En circuitos de este tipo, los calefactores del tubo rectificador y de los otros tubos del circuito están todos conectados en serie de la misma manera que en el circuito rectificador de media onda para CA y CC. El doblador de tensión trabajará solamente cuando se conecte a una línea de CA ya que el efecto doblador se debe a la inversión de la tensión en la línea. El circuito doblador de tensión tiene a veces un transformador entre la línea y los terminales de entrada de CA del circuito doblador. El transformador se usa sea para aislar al circuito de la tierra de la línea de CA o bien para dar mayor voltaje de CA al circuito y obtener así un voltaje de CC de salida muy elevado.

Fuentes de alimentación con rectificador metálico seco

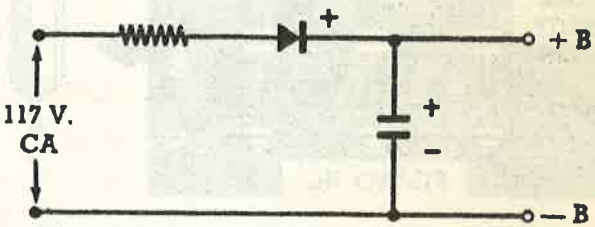
Anteriormente usted aprendió cómo trabajan los circuitos con rectificador metálico seco. Los rectificadores metálicos le permiten suprimir el transformador en una fuente electrónica de alimentación. Los rectificadores metálicos secos tienen la ventaja de ser robustos, de larga vida, tamaño pequeño y aptos para una intensa corriente de salida. Se adaptan perfectamente a ser conectados como circuitos de media onda, de onda completa y como dobladores de tensión. También pueden conectarse para dar una tensión positiva o negativa de salida.

Los rectificadores metálicos secos se usan con frecuencia en radar, sonar y equipos de comunicaciones. Además se usan también como rectificadores en voltímetros para CA. Unos pocos circuitos corrientes que contienen rectificadores metálicos secos se muestran más abajo. Como usted está ya familiarizado tanto con los rectificadores metálicos secos como con los circuitos, estará en condiciones de entender sin ulterior explicación, cómo trabajan estos circuitos.

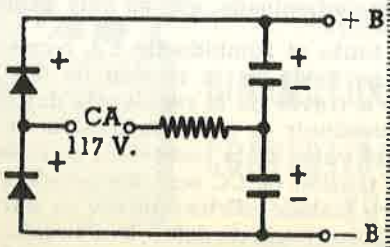
En el instante de ser conectados, circulará una corriente intensa para cargar el condensador de entrada. Usted observará que se ha insertado una resistencia (R) en serie con cada elemento rectificador de media onda. Esta resistencia se coloca como elemento limitador de corriente para evitar que circule demasiada corriente a través del rectificador.

RECTIFICADOR EN PUENTE

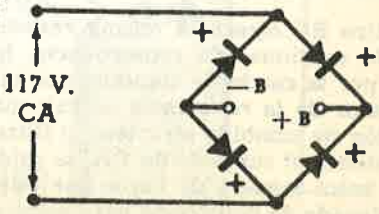
CIRCUITO DE MEDIA ONDA CON RECTIFICADOR METALICO SECO



CIRCUITO DE DOBLE TENSION

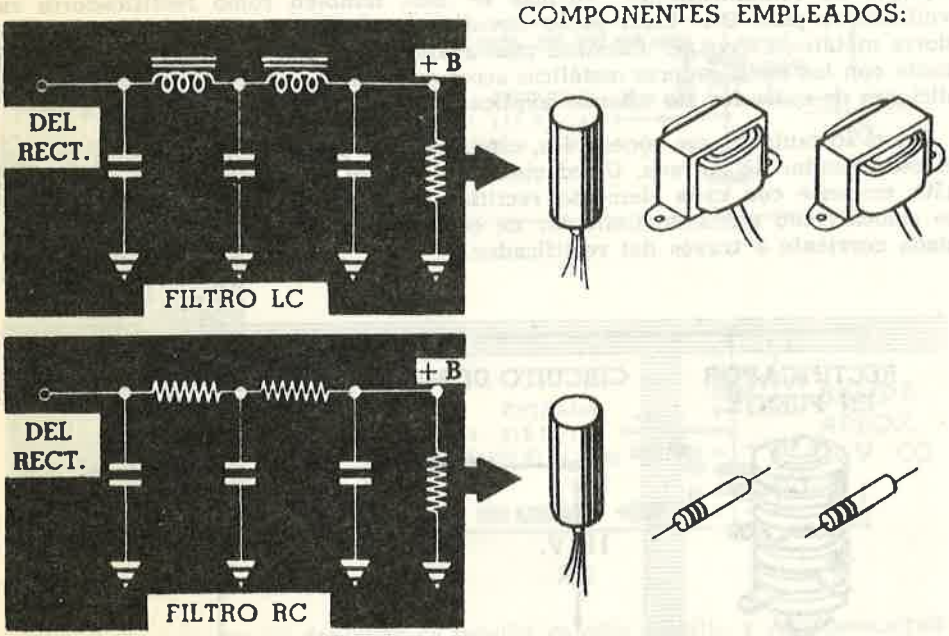


PUENTE RECTIFICADOR



Fuentes de alimentación sin transformador ni chokes

Eliminando tanto el choke como el transformador en una fuente de alimentación se obtiene una economía de peso, espacio y costo. El choke puede eliminarse del circuito de filtro reemplazándolo con una resistencia. El resultado es un filtro de resistencia-capacidad (RC) tal como se ve en el dibujo. Los filtros RC son económicos y trabajan muy bien siempre que la corriente de carga que se saque del circuito de filtro sea pequeña. Los filtros RC se usan ampliamente en osciloscopios, voltímetros de tubo de vacío y otros equipos que absorben muy poca corriente de la salida + B.



La ventaja del filtro RC es su economía de peso, espacio y costo. El inconveniente es que el efecto filtrante es efectivo solamente cuando se saca poca corriente del + B. Como usted recuerda, un choke presenta alta impedancia al zumbido de CA que viene del rectificador mientras que el condensador le ofrece baja impedancia. Esto da por resultado que la mayor parte de zumbido aparecerá entre los extremos del choke y muy poco aparecerá entre el condensador y la carga. El voltaje de CC, sin embargo, nada tiene que ver con cualquier impedancia del choke que no sea la resistencia de su bobinado, que es muy pequeña.

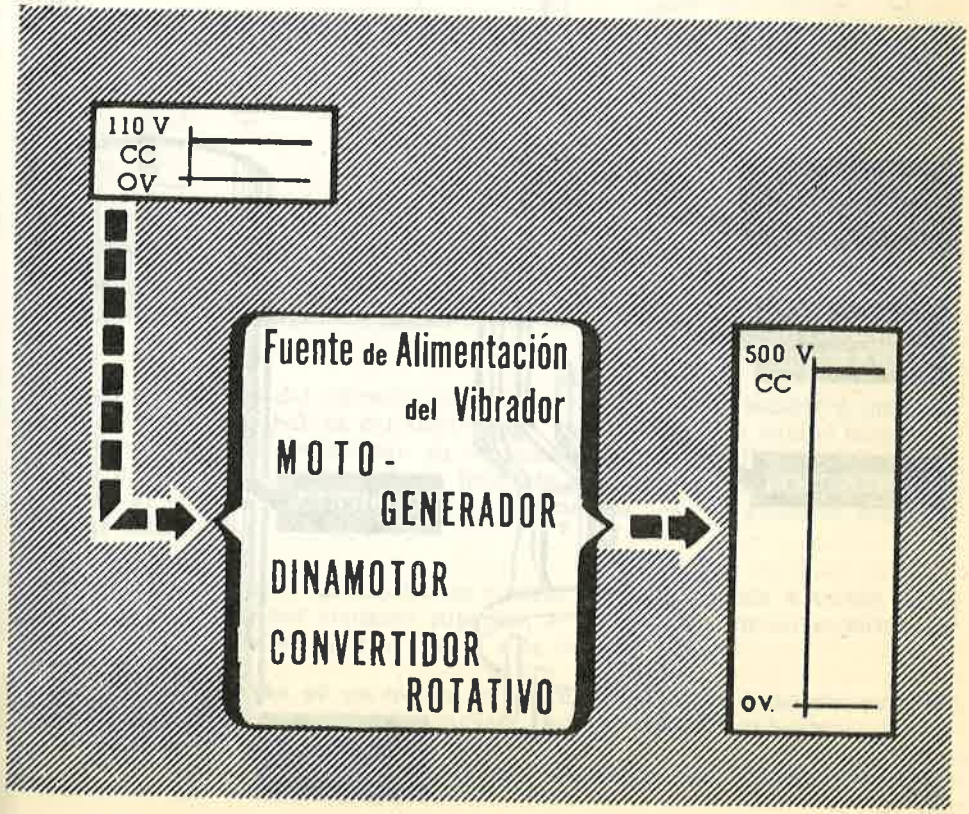
El filtro RC ofrece la misma resistencia tanto al zumbido de CA como a la corriente continua. En consecuencia, hay una caída en la tensión de CC producida por la corriente continua que circula a través de la resistencia del filtro. Si el valor de la resistencia es bajo para disminuir la caída de tensión de CC, la tensión de zumbido atraviesa el filtro. Si el valor de la resistencia se aumenta para detener el zumbido de CA, la caída de tensión de CC será demasiado grande. La única manera de hacer que este filtro trabaje eficientemente es usar un valor elevado de resistencia para sacar muy poca corriente del + B. Pasando muy poca CC a través de la resistencia elevada se originará una pequeña caída de tensión de CC entre los extremos de la resistencia y el filtro trabajará con eficacia.

Fuentes de alimentación para CC

Ahora que usted ya sabe algo acerca de las fuentes de alimentación diseñadas especialmente para economizar peso y espacio (y costo en las aplicaciones comerciales), está capacitado para averiguar algo acerca de las fuentes de alimentación para accionar equipos electrónicos cuando se dispone únicamente de CC.

Para accionar correctamente los equipos electrónicos, se necesita un voltaje relativamente elevado de CC para los diferentes tubos de vacío dei equipo. Cuando se dispone de una línea de CA, es fácil elevar mediante un transformador el voltaje de CA disponible y rectificar el voltaje de CA resultante para obtener alto voltaje de CC. Usted ha visto que cuando las limitaciones de peso y espacio son importantes, se puede suprimir el transformador de las fuentes de alimentación y obtener una salida de voltaje + B de unos 100 volts CC. Usted ha visto también circuitos dobladores de bajo voltaje que pueden proporcionarle un voltaje + B igual al doble del valor del voltaje de pico de la línea de CA sin el uso de transformador.

Ahora usted está preparado para averiguar cómo puede suministrarse alto voltaje de CC a circuitos electrónicos cuando no se dispone sino de 110 volts de la línea de CC o voltajes aún menores suministrados por baterías. La solución general de este problema es transformar la CC en CA, cuyo voltaje puede luego elevarse y rectificarse para obtener alta tensión de CC. Esto se logra mediante vibradores, motogeneradores, dinamotores y convertidores rotativos. Cuando se dispone de voltaje de CC a unos 110 volts y se necesita un voltaje + B de salida de 100 volts, puede emplearse la fuente de alimentación de media onda para CA y CC que ya se ha descrito.



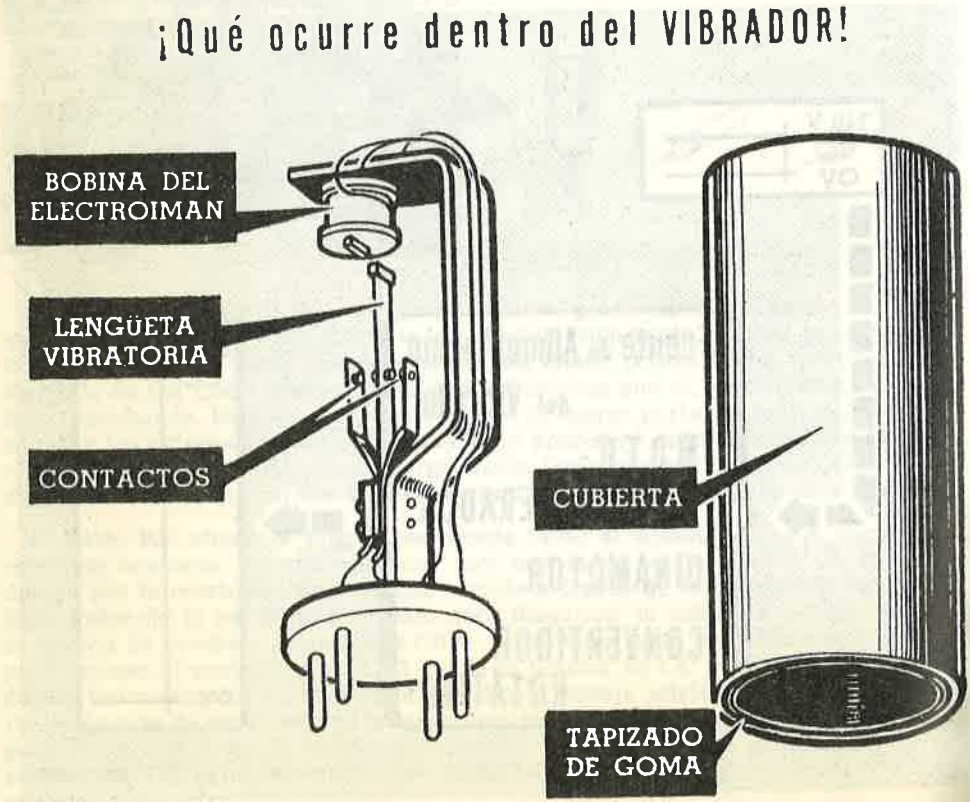
Vibradores

La fuente de alimentación del tipo a vibrador transforma el bajo voltaje de CC de una batería en alto voltaje de CC mediante tres operaciones:

1. El bajo voltaje de CC se transforma en voltaje de CA del mismo valor.
2. El bajo voltaje de CA se entrega a un transformador que lo devuelve como alto voltaje de CA.
3. El alto voltaje de CA se rectifica y filtra para obtener alto voltaje de CC.

Mediante el vibrador se lleva a cabo la primera operación. La operación 2 se realiza mediante un transformador. La operación 3 puede efectuarse bien por el mismo vibrador o mediante los circuitos convencionales de tubo rectificador y filtro que ya le son familiares.

La construcción de un vibrador sencillo se representa abajo. Una sólida tira de metal sirve de soporte a un pequeño electroimán, a una lengüeta vibratoria y a dos contactos eléctricos. Un pedacito de hierro dulce está montado en el extremo libre de la lengüeta, cerca del electroimán. El electroimán está montado ligeramente descentrado de modo que pueda atraer a la lengüeta cuando pase corriente por la bobina del electroimán. El mecanismo del vibrador está colocado dentro de una cubierta metálica que frecuentemente está tapizada con un material absorbedor de la vibración, tal como goma esponjosa.



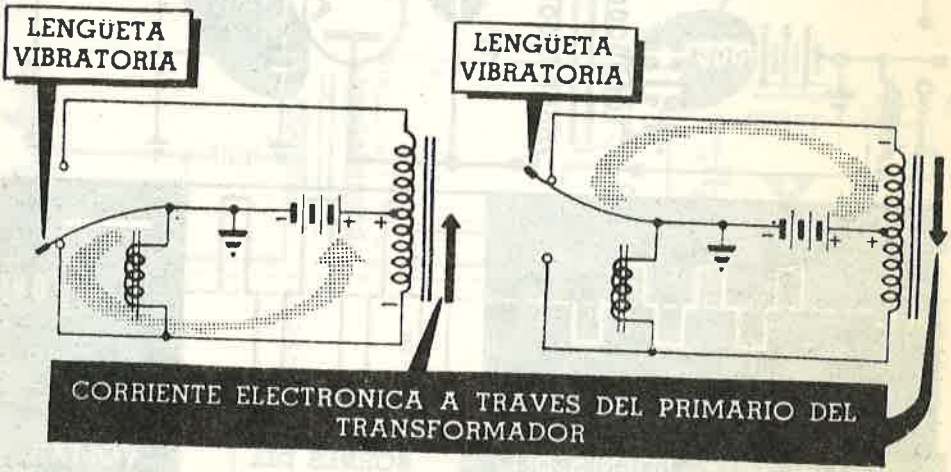
Vibradores (continuación)

El vibrador que usted vió en la página anterior se conecta al bobinado primario de un transformador, tal como se ve en la ilustración de esta página. De momento, no tenga en cuenta el circuito secundario del transformador y considere solamente lo que ocurre en el circuito primario. Antes de que el suministro de CC — representado aquí por una batería — se conecte al circuito, la lengüeta permanece entre los dos contactos. Cuando la batería entra en el circuito, ocurre lo siguiente:

1. Circula una débil corriente de la batería a través del electroimán, a través de la mitad inferior del primario del transformador y vuelve a la batería.

2. El electroimán produce un campo magnético y atrae la lengüeta hacia el contacto inferior.

3. La lengüeta toca al contacto inferior y una intensa corriente de electrones circula desde la batería a través de la lengüeta, a través del contacto inferior del primario del transformador y vuelve a la batería.



Cuando la lengüeta del vibrador toca el contacto inferior, establece un corto circuito a través de la bobina del electroimán. Esto hace que el campo magnético desaparezca. Como el electroimán ya no puede mantener la lengüeta contra el contacto inferior, la elasticidad de la lengüeta la hace pasar la posición central y alcanza al contacto superior. Cuando la lengüeta toca al contacto superior, ocurre lo siguiente:

4. Una intensa corriente de electrones circula desde la batería a través de la lengüeta, a través del contacto superior, a través de la mitad superior del primario del transformador y vuelve a la batería.

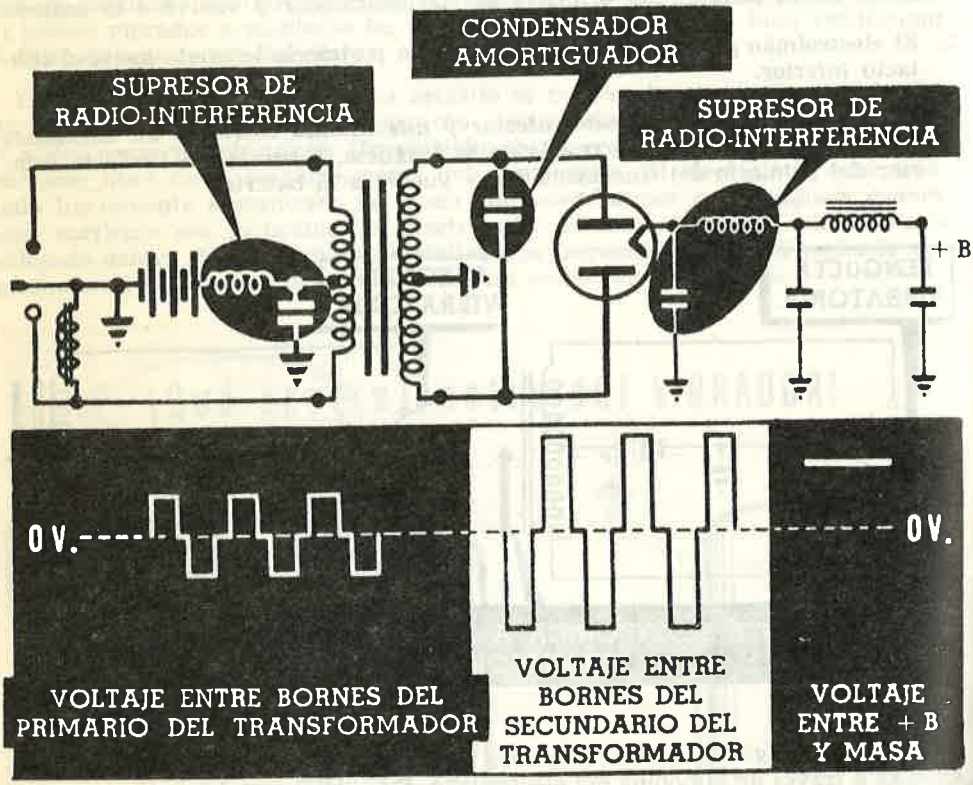
5. Como el electroimán ya no queda cortocircuitado por la lengüeta, produce un campo magnético y atrae la lengüeta hacia el contacto inferior.

El ciclo completo se repite una y otra vez. Las vibraciones tienen lugar aproximadamente 100 veces por segundo.

Vibradores (continuación)

Se obtiene en definitiva una corriente alterna que circula a través del primario del transformador, primero en un sentido y luego en sentido contrario. Esta inversión de corriente induce alto voltaje en el secundario del transformador. Este alto voltaje se rectifica mediante un circuito rectificador de tubo de vacío, obteniéndose alto voltaje de CC. El hecho de que este alto voltaje de CC tenga forma de onda cuadrada en lugar de la onda senoidal usual, no importa — el circuito de filtro la transformará en un voltaje + B constante.

El tipo de vibrador utilizado en este circuito se llama vibrador "asincrónico".

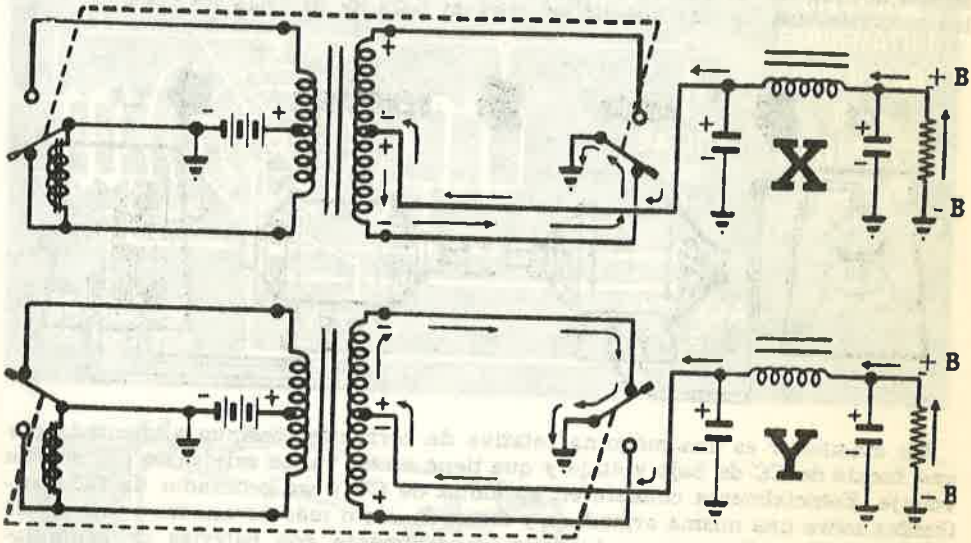


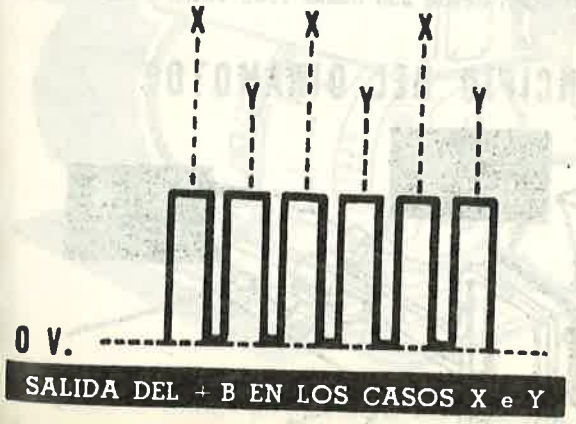
A causa de las violentas oleadas de tensión que tienen lugar en el circuito de alimentación del vibrador, se experimentan varias dificultades con este circuito. Un inconveniente molesto es el chispeo en los contactos del vibrador debido a las muy altas tensiones inducidas en el secundario en el instante que la lengüeta se separa de los contactos. Este chispeo reduce la vida del vibrador, pero puede eliminarse en gran parte intercalando un condensador amortiguador entre los extremos del secundario para poner en corto circuito los agudos impulsos de tensión. Este condensador tiene un valor algo crítico, generalmente entre los 0.0005 y 0.05 mfd. El condensador amortiguador reduce las chispas, lo que prolonga la vida de los contactos del vibrador; sin embargo, cualquier chispa remanente puede causar radio interferencia. Esta radio interferencia se elimina mediante la adición de chokes de radio frecuencia (RF) y condensadores en el punto medio del primario del transformador y en la salida del rectificador.

Vibradores (continuación)

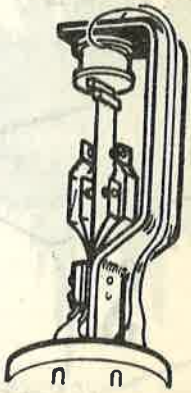
Otro tipo de circuito vibrador es el que hace uso de la lengüeta vibradora para rectificar el alto voltaje de CA del secundario del transformador obteniéndose CC pulsatoria sin necesidad de un rectificador separado. Este es el llamado circuito de vibrador "sincrónico". La parte de circuito correspondiente al primario del transformador trabaja exactamente igual que el circuito de vibrador asincrónico. El secundario del transformador está conectado de nuevo a la lengüeta del vibrador mediante otro par de contactos tal como se ve en el esquema.

EL VIBRADOR SINCRONICO





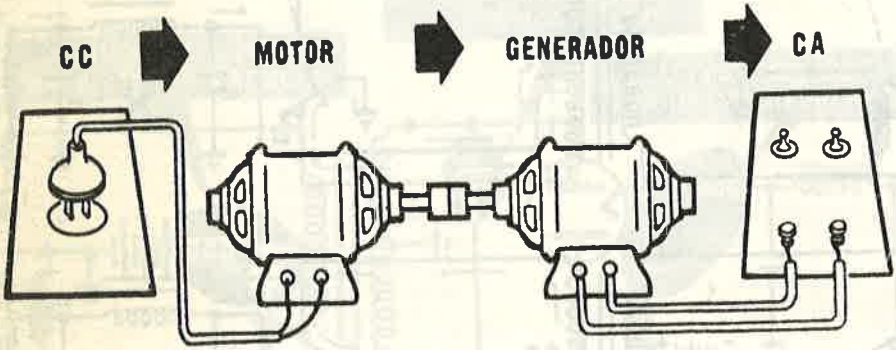
SALIDA DEL + B EN LOS CASOS X e Y



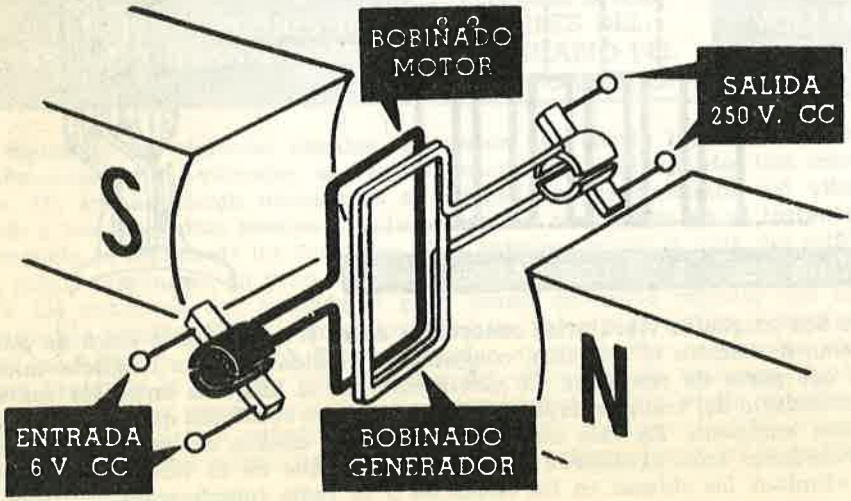
Las dos lengüetas vibratorias conectadas entre sí mediante la línea de puntos, tal como demuestra el esquema, consisten en realidad en una lengüeta colocada entre dos pares de contactos. El movimiento de la lengüeta entre los contactos del secundario del transformador produce el mismo resultado que un rectificador de onda completa. En este circuito se emplean chokes de radio frecuencia y condensadores amortiguadores del mismo modo que en el vibrador asincrónico para eliminar las chispas en los contactos y la radio interferencia.

Moto-generadores, dinamotores y convertidores rotativos

Los motogeneradores, dinamotores y convertidores rotativos se emplean a veces para accionar equipo electrónico de CA cuando no se dispone sino de alimentación de CC. Un motogenerador consiste en un motor y un generador acoplados mecánicamente. Para la aplicación que estamos estudiando, se emplearía un motor de CC para mover un generador de CA construído para dar una salida de 50 ciclos (en otros países, 60 ciclos) al voltaje de la línea. El equipo construído para trabajar con el voltaje de la línea de 50 ciclos CA, podría ser accionado entonces por el voltaje de CC mediante este tipo de moto generador. Este tipo de moto-generador podría usarse como unidad de emergencia accionando al equipo mediante la línea de CA en circunstancias normales y sirviéndose de una batería en caso de falla de la línea de CA.

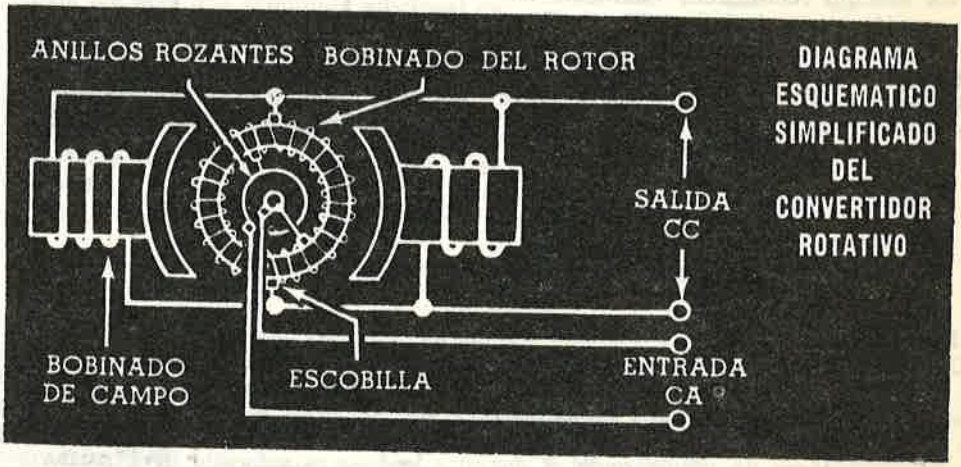


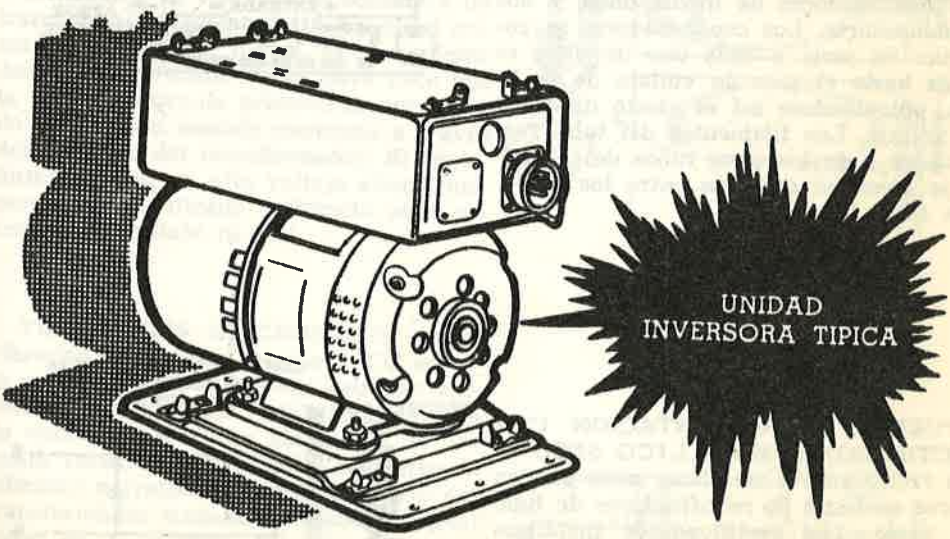
Un dinamotor es una máquina rotativa de corriente continua alimentada por una fuente de CC de bajo voltaje y que tiene una o varias salidas de CC de alto voltaje. Esencialmente consiste en un motor de CC y un generador de CC construídos sobre una misma armadura y teniendo dos o más devanados y dos o más colectores. Los dinamotores trabajan generalmente con baterías de acumuladores de 6, 12, 24 ó 32 volts y entregan desde 250 hasta 1000 volts, a diferentes intensidades de salida.



Moto-generadores, dinamotores y convertidores rotativos (continuación)

Los convertidores rotativos se emplean generalmente para transformar la CA en CC, pero pueden utilizarse alimentados por una batería de acumuladores para suministrar una salida de 50 (o 60) ciclos al voltaje de línea. Cuando se emplean alimentados por CC para entregar una salida de CA, se les llama "inversores". La construcción de un convertidor rotatorio es similar a la de un generador de CC excepto que tiene además dos anillos de contacto o rozantes conectados a delgas del colector separadas entre sí 180 grados.

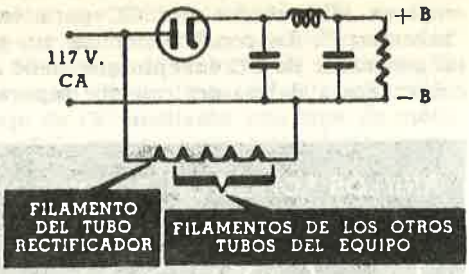




Cuando el voltaje de pico de la CA necesaria no es mayor que el valor medio del voltaje de CC de entrada, la armadura puede tener un solo devanado. Si se desea un voltaje mayor, la armadura necesita dos devanados. El empleo de una armadura y un campo para ambas secciones de CA y CC da por resultado inestabilidad de trabajo. Para aumentar la estabilidad, las secciones de CA y CC de bobinan frecuentemente sobre dos armaduras utilizando campos separados. Las dos armaduras están acopladas entre sí y el conjunto funciona como si el motor y el generador fuesen una sola unidad.

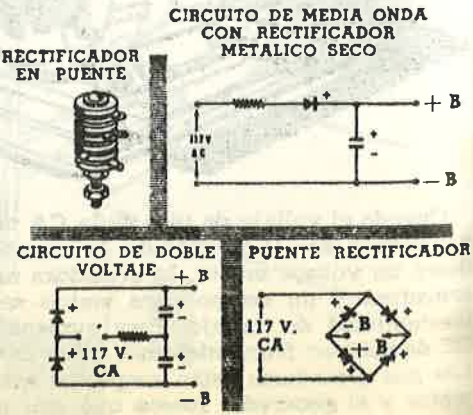
Repaso de las fuentes de alimentación sin transformador

FUENTE DE ALIMENTACION CON RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA, PARA CA Y CC — Este circuito suministra unos 100 volts + B y trabaja tanto en líneas de CA como de CC. El circuito es un sencillo rectificador de media onda seguido generalmente por un filtro de entrada a condensador. Los filamentos del tubo rectificador y de los otros tubos del circuito se conectan en serie entre los extremos de la línea.



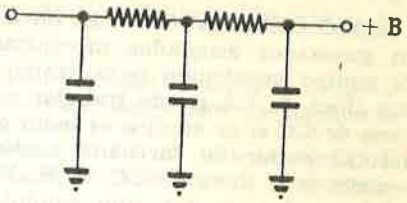
FUENTE DE ALIMENTACION DOBLADORA DE TENSION — Este circuito suministrará hasta 320 volts + B de una línea de CA de 117 volts sin empleo de transformador. El circuito consiste en dos rectificadores de media onda y dos condensadores. Los condensadores se conectan en serie y cada uno de ellos se carga hasta el pico de voltaje de la línea, obteniéndose así el efecto doblador de voltaje. Los filamentos del tubo rectificador y de los otros tubos del circuito se conectan en serie entre los extremos de la líena.

FUENTE DE ALIMENTACION CON RECTIFICADOR METALICO SECO — Los rectificadores metálicos secos pueden usarse en lugar de rectificadores de tubo de vacío. Los rectificadores metálicos secos son robustos, de larga vida, pequeño tamaño y capaces de intensas corrientes de salida. Pueden conectarse como circuitos rectificadores de media onda, de onda completa y dobladores de tensión.



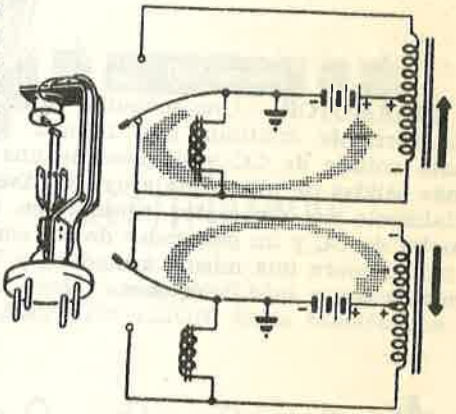
Repaso de fuentes de alimentación sin transformadores ni chokes

FUENTE DE ALIMENTACION SIN CHOKES — Cualquiera de los circuitos rectificadores sin transformador reseñados en la página anterior pueden usarse con los circuitos de filtro con chokes y condensadores usuales. Sin embargo, puede lograrse una economía adicional en espacio, peso y costo si el choke de filtro se reemplaza por una resistencia. Este tipo de filtro RC es eficaz solamente cuando no se necesita sino una débil intensidad de corriente del + B y puede emplearse una resistencia de valor algo elevado.

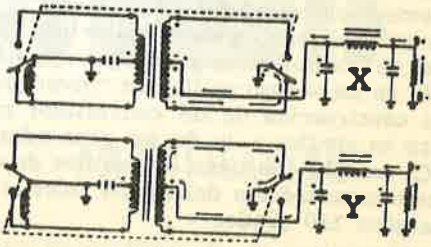


Repaso de fuentes de alimentación para trabajar con CC

VIBRADORES — Un vibrador es un dispositivo mecánico que transforma la CC en CA. Un vibrador sencillo consiste principalmente en una llave de una vía y dos direcciones cuyo brazo puede vibrar. Cuando el vibrador se conecta a un transformador con punto medio en el primario tal como se indica, el movimiento del brazo vibratorio de la llave hace que la corriente circule primero en un sentido y luego en sentido contrario a través del primario del transformador. El transformador entrega alto voltaje alterno que puede ser rectificado y filtrado para obtener alto voltaje de CC.

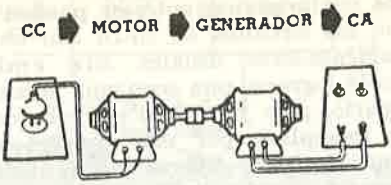


VIBRADORES SINCRONICOS — El vibrador asincrónico cambia la CC en alto voltaje de CA que luego debe ser rectificado mediante un rectificador de tubo de vacío. Un vibrador sincrónico no necesita rectificador separado. La parte de vibrador correspondiente al primario del transformador trabaja exactamente igual como en el circuito del vibrador asincrónico. El secundario del transformador está conectado de nuevo a la lengüeta del vibrador mediante otro par de contactos, tal como se indica. El movimiento de la lengüeta vibratoria entre los contactos del secundario del transformador da el mismo resultado que si se hubiera conectado ahí un rectificador de onda completa.

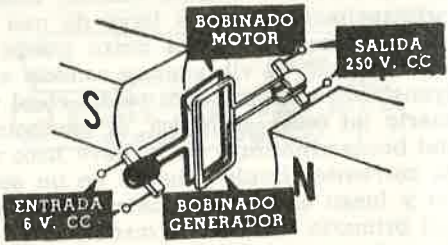


Repaso de fuentes de alimentación para trabajar con CC (continuación)

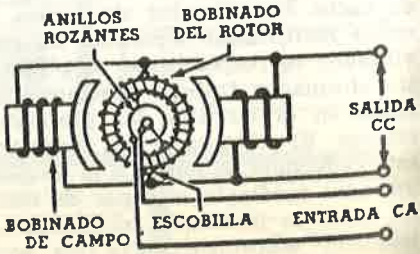
MOTO GENERADOR — Es un motor y un generador acoplados mecánicamente. El equipo construído para trabajar con una línea de CA puede trabajar con una línea de CC si se emplea el moto generador. El motor de corriente continua se conecta a la línea de CC, el cual mueve al generador de CA que suministra el voltaje de CA necesario.



DINAMOTOR — Una máquina rotativa de corriente continua que trabaja con bajo voltaje de CC y dispone de una o más salidas de alto voltaje de CC. Esencialmente un dinamotor consiste en un motor de CC y un generador de CC construídos sobre una misma armadura y teniendo dos o más colectores.



CONVERTIDOR ROTATIVO — Los convertidores rotativos se usan comúnmente para transformar la CA en CC, pero pueden usarse para trabajar con baterías de acumuladores y entregar una salida CA, en cuyo caso se llaman "inversores" La construcción de un convertidor rotativo es similar a la de un generador de CC, excepto que tiene dos anillos de contacto conectados a delgas del colector separadas 180 grados.

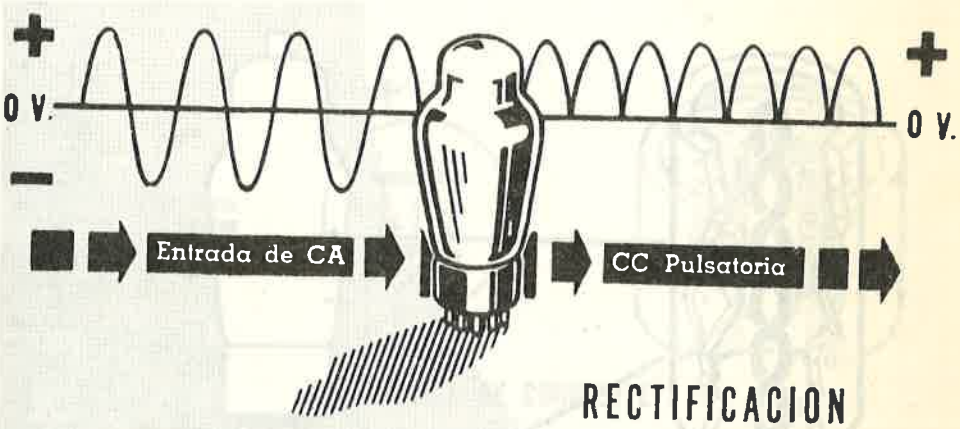


Funciones del tubo de vacío

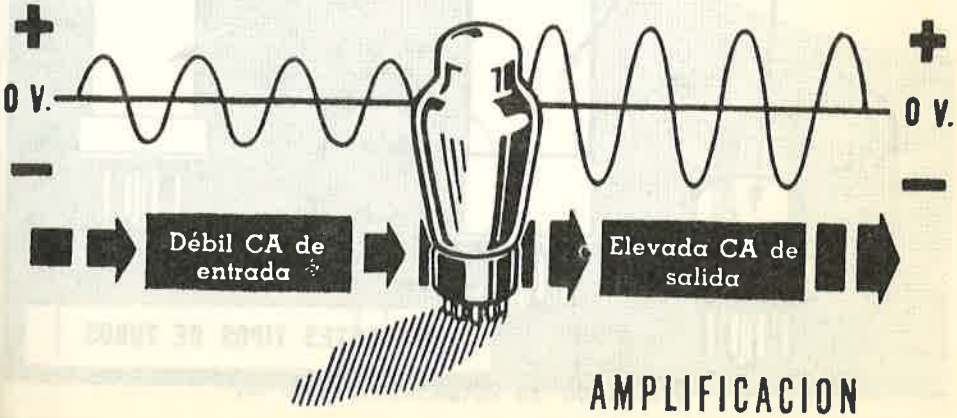
Hasta ahora usted ha estado trabajando con tubos de vacío usados como rectificadores en fuentes de alimentación. Su conocimiento de los diodos ha sido suficiente para la comprensión de las fuentes de alimentación. Sin embargo, de ahora en adelante usted va a realizar mucho trabajo con tubos de vacío en muchos tipos de circuitos y ya es hora de empezar a investigar algo acerca de los tubos de vacío.

El tema referente a tubos de vacío es sencillo en realidad — usted se alegrará de saber esto — los tubos de vacío realizan solamente dos clases de funciones.

Un tubo de vacío puede transformar una tensión de CA en una tensión pulsatoria de CC. Esto se llama RECTIFICACION. Es la función que desempeña el diodo.



Un tubo de vacío puede transformar una débil tensión de CA en una tensión de CA de mayor amplitud. Esto se llama AMPLIFICACION. Es la función que realizan el triodo, tetrodo o el pentodo.

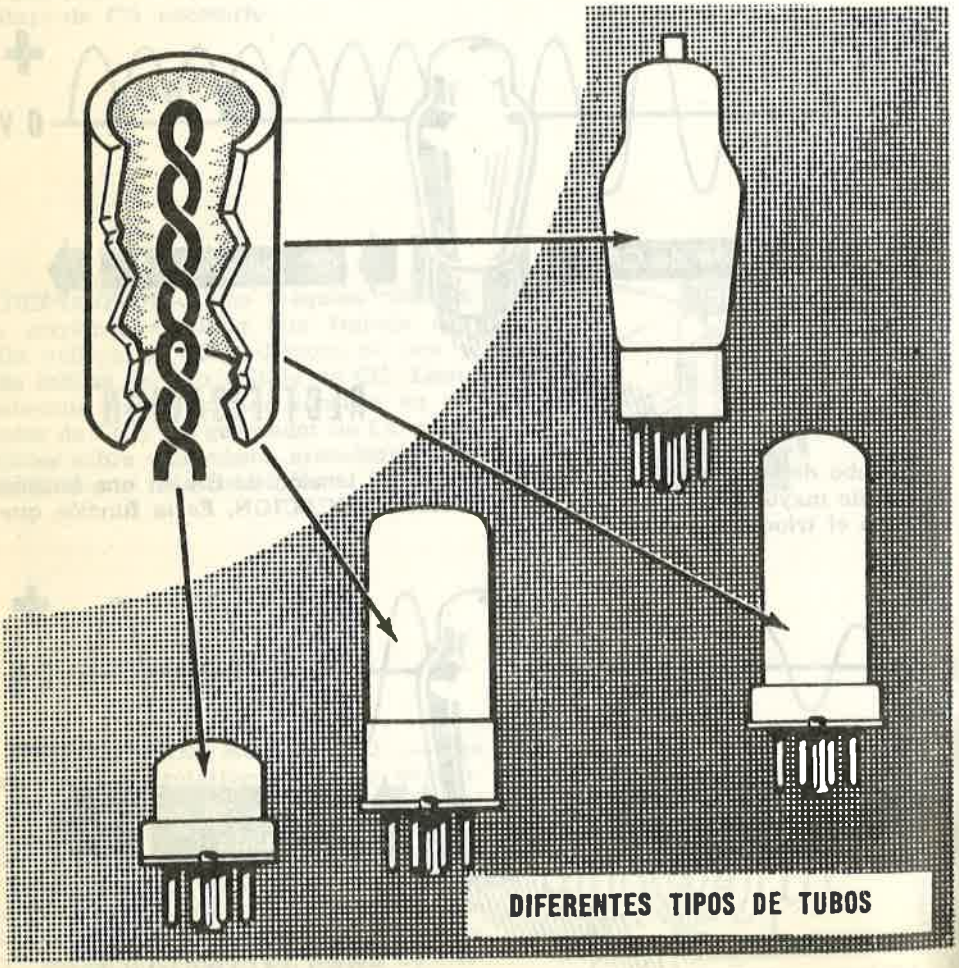


Usted se ha interesado por los tubos que se encargan de la rectificación. Más adelante, en la sección de amplificadores, aprenderá acerca de otros tipos de tubos de vacío.

Factores comunes a todos los tubos de vacío

El diodo es uno de los cuatro tipos básicos de tubos de vacío. Hay muchas cosas comunes a todos los tubos de vacío y usted no tendrá que aprender todo lo referente a esas características comunes cada vez que estudie otro tipo de tubo. Usted aprenderá estas cosas en el estudio del diodo.

Como se estableció anteriormente, todos los tubos de vacío necesitan una fuente de electrones libres y usted verá que cada tipo de tubo los obtiene de la misma manera que el diodo — por emisión termoiónica. Además, las estructuras del catodo y del filamento no difieren mucho de uno a otro tipo de tubo. Usted estudiará los efectos del filamento en la emisión catódica únicamente en su estudio del diodo — recuerde, es lo mismo para los otros tubos que estudiará.

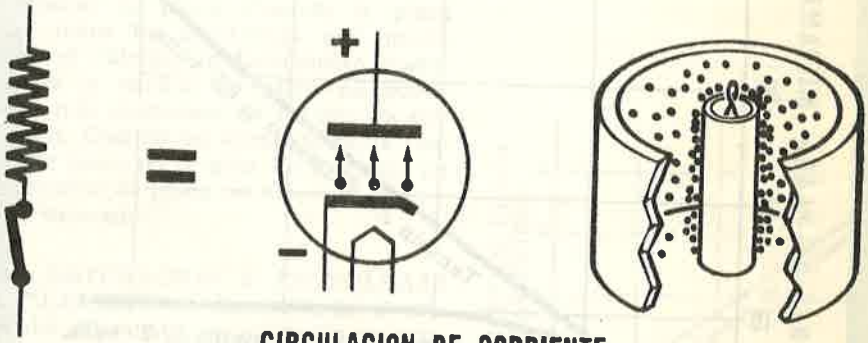


Las diferencias entre el diodo y los demás tubos de vacío conducen a sus diversas aplicaciones. El diodo se emplea para transformar tensiones de CA en tensiones pulsatorias de CC; los otros tubos se emplean para transformar pequeñas tensiones de CA en otras tensiones de CA de más amplitud.

Repaso de las características del diodo

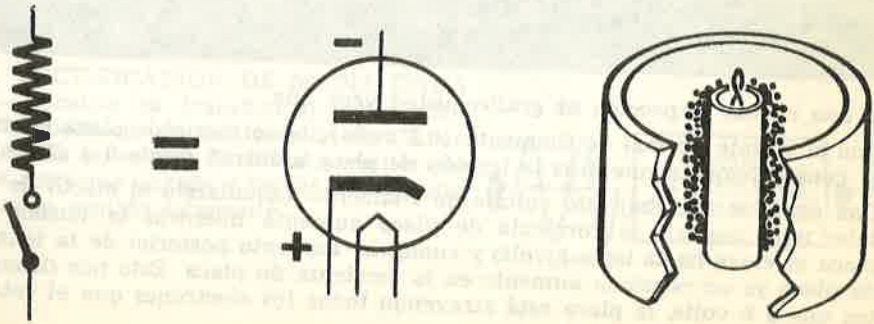
Los diodos se usan como rectificadores en las fuentes de alimentación, y como detectores, limitadores de ruido y para el control automático de volumen en receptores de radio. Cualquiera que sea su aplicación, los diodos se emplean porque permiten la circulación de corriente en un sentido solamente.

Desde el instante en que la placa se hace siquiera ligeramente positiva respecto al cátodo hasta el momento en que se alcanza la saturación, la corriente en el diodo es proporcional a la tensión de placa. Entre estos límites, pues, el tubo actúa lo mismo que una resistencia ordinaria. Desde luego, cuando la tensión de placa se eleva por encima del punto de saturación, la corriente ya no responde a las variaciones de tensión y, por lo tanto, el tubo pierde, en esta región, su semejanza con la resistencia.



CIRCULACION DE CORRIENTE

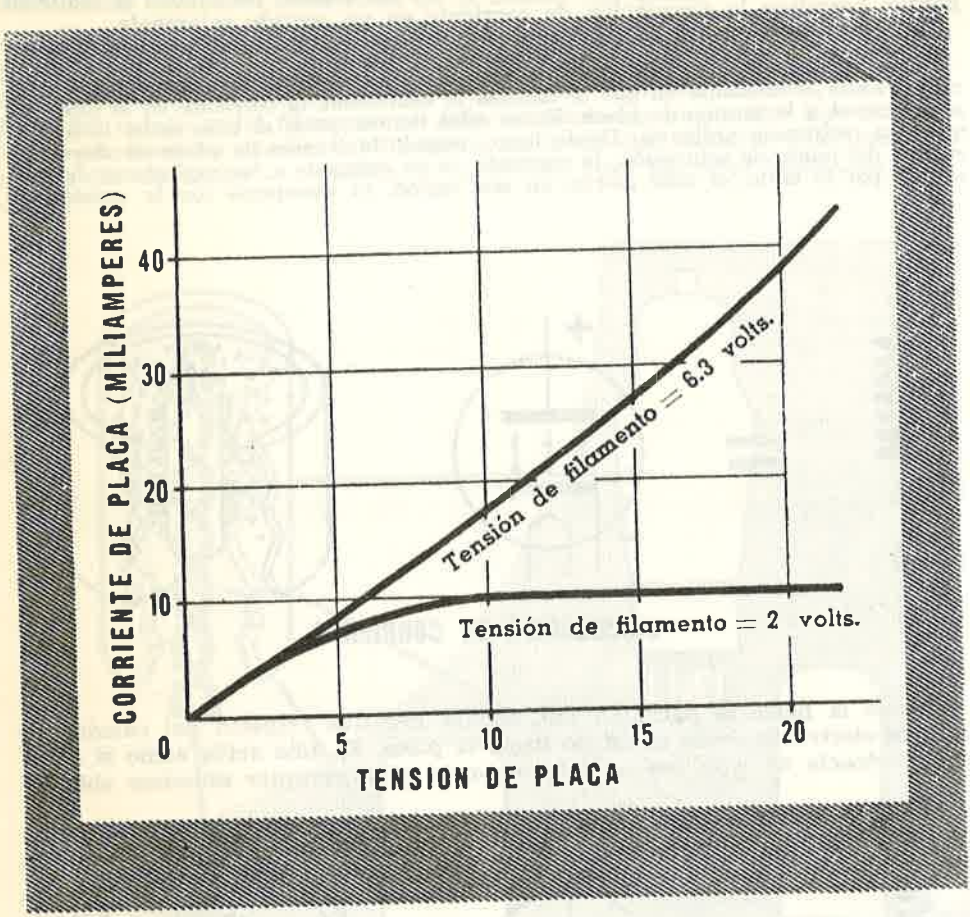
Cuando la placa se hace tan sólo apenas negativa respecto del cátodo, no circulan electrones desde el cátodo hacia la placa. El tubo actúa como si fuese una resistencia en serie con un interruptor y tal interruptor estuviese abierto.



NO HAY CIRCULACION DE CORRIENTE

Cómo se controla la corriente en el diodo

Un método sencillo de demostrar cómo el diodo responde a las variaciones de voltaje, es mediante una gráfica. Abajo se representa la manera cómo la corriente de un diodo típico es afectada por la tensión placa-cátodo (para dos valores diferentes de voltaje de filamento).



De una rápida inspección al gráfico usted verá que

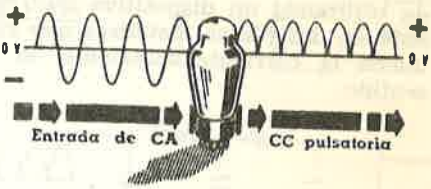
1. Con el voltaje normal de filamento (6.3 volts), la corriente de placa aumenta constantemente mientras la tensión de placa aumenta desde 0 a 20 volts.
2. Con el valor más bajo de voltaje de filamento (simulando el efecto de un tubo muy usado), la corriente de placa aumenta mientras la tensión de placa se eleva hasta unos 8 volts y cualquier aumento posterior de la tensión de placa ya no ocasiona aumento en la corriente de placa. Esto nos demuestra que a 8 volts, la placa está atrayendo todos los electrones que el catodo puede emitir.

Esta indeseable restricción de la corriente de placa debida a la limitación de la emisión catódica se llama "saturación". Aún en un tubo nuevo trabajando al voltaje normal de filamento (6.3 volts) tiene lugar la saturación, pero a un valor más alto de la tensión de placa. La saturación aparecería en la curva correspondiente al voltaje de filamento de 6.3 volts si se hubiera aplicado una tensión de placa más elevada.

Repaso de las fuentes de alimentación

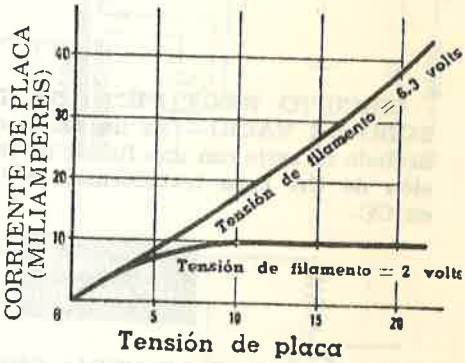
Antes de que usted deje el estudio de las fuentes de alimentación y continúe con el estudio de los amplificadores, imagínese que repasa algunos de los hechos más importantes que ha encontrado acerca de las fuentes de alimentación y sus componentes.

RECTIFICACION — El tubo de vacío diodo permite circular a la corriente electrónica únicamente en un sentido — del cátodo a la placa. Este efecto permite que una tensión de CA sea "rectificada" en una tensión pulsatoria de CC.



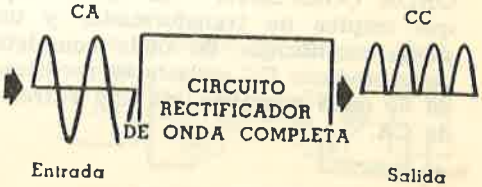
SATURACION — La corriente de placa aumenta con regularidad al aumentar la tensión de placa. Cuando la placa atrae todos los electrones que puede emitir el cátodo, un incremento posterior de la tensión de placa no puede atraer más electrones de los que ya circulaban. Cuando un aumento de la tensión de placa no origina un aumento en la corriente de placa, se dice que el tubo está "saturado".

LA SATURACION Y EL VOLTAJE DE FILAMENTO — Aumentando el voltaje del filamento, se aumenta su temperatura — dando por resultado un cátodo más caliente. Cuanto más calor reciba el cátodo, más electrones emitirá su superficie. Cuando el cátodo emite más electrones, el punto de saturación no se alcanzará hasta que la tensión de placa tenga un valor mucho más elevado.



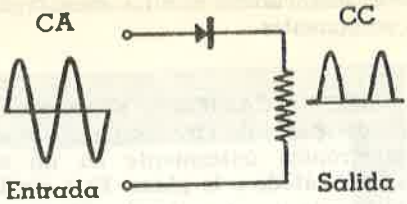
RECTIFICACION DE MEDIA ONDA — Consiste en transformar los semiciclos positivos de una tensión de CA en tensión pulsatoria de CC al permitir que la corriente circule a través del circuito en un sentido solamente.

RECTIFICACION DE ONDA COMPLETA — Consiste en transformar los dos semiciclos de la CA en CC pulsatoria.

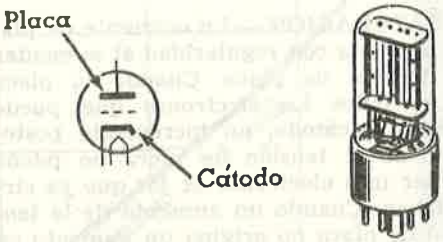


Repaso de las fuentes de alimentación (continuación)

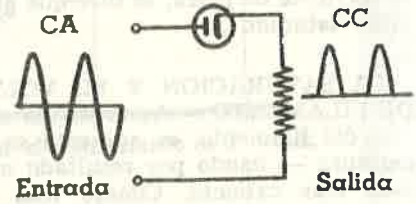
RECTIFICADOR METALICO SECO DE MEDIA ONDA — Es un circuito que produce rectificación de media onda utilizando un dispositivo que consiste en dos placas metálicas que conducen la corriente solamente en un sentido.



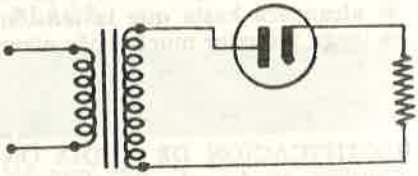
TUBO RECTIFICADOR — Tubo de vacío diodo que consta de una placa y un cátodo que permite la circulación de electrones solamente desde el cátodo hacia la placa actuando así como rectificador.



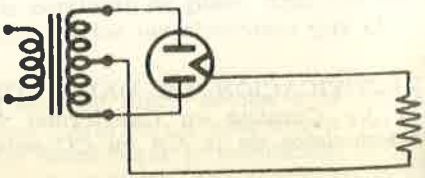
CIRCUITO RECTIFICADOR DE TUBO DE VACIO — Es un diodo conectado en serie con una fuente de tensión de CA para transformar la CA en CC.



RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA CON TRANSFORMADOR — Es un circuito que utiliza un transformador para proporcionar alta tensión de CA a un tubo de vacío rectificador, que lo transforma en alta tensión pulsatoria de CC.

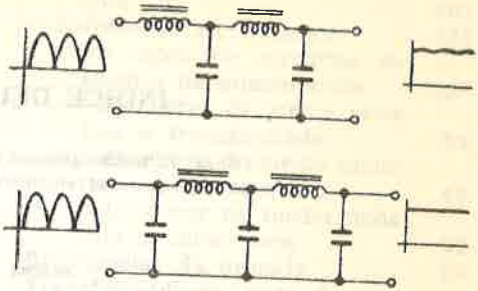


CIRCUITO RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA — Es un circuito que emplea un transformador y un diodo rectificador de onda completa para producir CC pulsatoria rectificada de onda completa, de una entrada de CA.

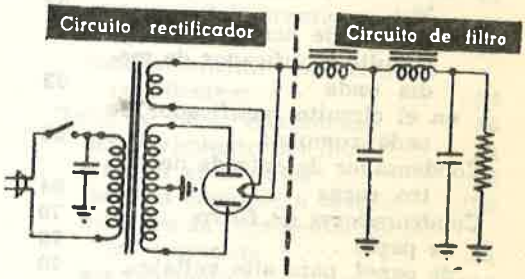


Repaso de las fuentes de alimentación (continuación)

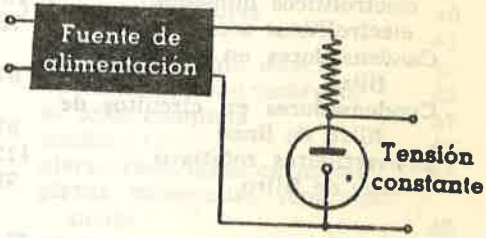
CIRCUITOS DE FILTRO — Son circuitos formados por inductancias y capacidades utilizados para transformar la salida de CC pulsatoria de un rectificador, en CC pura.



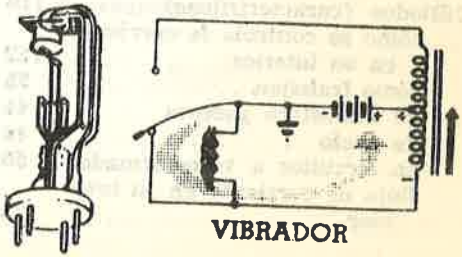
FUENTE DE ALIMENTACION COMPLETA — Circuito completo que consiste en circuito rectificador completo de media onda y de filtro, utilizado para suministrar alto voltaje de CC a otros circuitos.



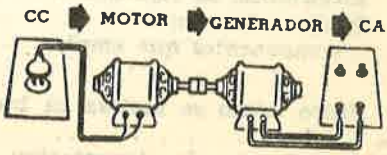
CIRCUITO REGULADOR DE TENSION — Es un circuito que utiliza un diodo gaseoso para mantener constante la tensión de salida. La tensión entre los terminales del tubo se mantiene constante dentro de amplios límites del voltaje de alimentación o de la corriente de carga.



OTRAS FUENTES DE ALIMENTACION — Fuentes de alimentación sin transformador ni chokes, vibradores, moto-generadores, dinamotores y convertidores rotativos son otros tipos de fuentes de alimentación utilizadas para llenar necesidades especiales en cuanto a tamaño, peso, energía disponible y requerimientos de carga.



VIBRADOR



MOTO-GENERADOR

ÍNDICE DEL VOLUMEN 1º

(Nota: El índice general relativo a los cinco volúmenes de esta serie se encontrará al final del Volumen 5º)

PÁGINA

Circuitos rectificadores en puente 59
Circulación de corriente en el circuito rectificador de media onda 53
en el circuito rectificador de onda completa 58
Condensador de entrada del filtro, carga 84
Condensadores de filtro 70
de papel 70
de papel, para alto voltaje .. 70
electrolíticos 71
electrolíticos húmedos 72
electrolíticos secos 73
Condensadores en circuitos de filtro 67
Condensadores en circuitos de filtro de línea 53
Convertidores rotativos 115
Chokes de filtro 79

Dinamotores 114
Diodos (características) 119
cómo se controla la corriente en su interior 122
cómo trabajan 35
de atmósfera gaseosa 45
de vacío 46
en circuitos a transformador 50
flujo de corriente en su interior 38

Electrónica, su significado 11
Equipo electrónico 12
componentes que emplea ... 13

Filtro, cómo se mejora su trabajo 74
en fuentes de alimentación.. 22
Filtros, circuitos 62

PÁGINA

circuitos de una sección y entrada a condensador 80
circuitos de una sección y entrada a choke 80
circuitos en dos secciones ... 83
circuitos en fuentes de alimentación 63
circuitos paralelos resonantes 83
circuitos RC, sus defectos .. 76
circuitos resonantes en serie. 83
circuitos utilizando choke en lugar de resistencia 78
Fuentes de alimentación, circuitos 62
Fuentes de alimentación, con rectificador metálico seco. 107
con transformador 49
dobladoras de tensión 106
importancia de 17
necesidad de otros tipos 102
para qué sirven 18
para utilizar con CC 109
por qué hay diferentes tipos. 24
sin transformador 104
sin transformador ni chokes. 108
tipos generales 103

Inversores 115

Moto generadores 114

Rectificadores de media onda en fuentes de alimentación para CA y CC 104
Rectificadores, transformación de la CA en CC en los de media onda, con rectificador metálico seco 27
circuitos de media onda con rectificador metálico seco.. 31
de óxido de cobre 28

PÁGINA

agrupación en serie de sus elementos en los metálicos secos 29
circuitos de media onda con tubo de vacío 43
cómo trabaja el de media onda 56
conexión en paralelo de los elementos en los metálicos secos 29
diodos de atmósfera gaseosa. 45
de media onda, a transformador 49
de onda completa 55
descripción del tipo metálico seco de media onda 28
de selenio 28
fuentes de alimentación 20
metálico seco de media onda. 27
tubos de vacío 33
tubos de vacío de media onda 33
Rectificador, componentes de CA y CC en la salida 65
características de la salida.. 64
filtraje de las salidas de media onda y onda completa. 84
Regulación de tensión 91
cuando varía la corriente de carga 97
cuando varía la tensión de la fuente 99
Reguladores de tensión, fuentes de alimentación 23
circuitos 91
circuito con tubo electrónico. 95
tubo electrónico 93
Repaso, características de los diodos 121
circuitos de filtro 88

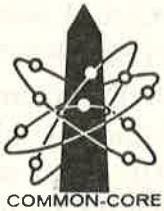
PÁGINA

circuito rectificador de onda completa 61
circuitos reguladores de tensión 101
fuentes de alimentación 123
otros tipos de circuitos de fuentes de alimentación .. 116
rectificadores de media onda tipo a transformador 54
rectificadores de media onda-tipo a tubo de vacío 48
rectificadores de media onda tipo metálico seco 32
Resistencias de drenaje 85
Transformadores, para fuentes de alimentación 19
esquema del circuito rectificador 52
funcionamiento del circuito rectificador 53
Tubo de vacío, conexiones 44
descubrimiento del diodo ... 34
emisión electrónica 36
factores comunes a todos.... 120
métodos de representación en los esquemas 44
sus funciones 119
bases 41
Tubos rectificadores 40
con cátodo 41
de calentamiento directo ... 42
de calentamiento indirecto .. 42
de onda completa 57
diodos 40
placas conectadas en paralelo 42
placas conectadas separadamente 42
Vibradores 110
sincrónicos 113

Suplemento de Autopuntuación

(Trainer-Tester)

VOLUMEN 1



Que comprende

Juego de 50 Preguntas Programadas Sobre el Texto

Relacionado con el adecuado

REPASO PARA AUTOINSTRUCCION Y CORRECCION

Por medio de una

TARJETA DE RESPUESTAS

EL JUEGO TRAINER-TESTER PARA APRENDER

En la mayoría de los juegos, por lo general hay ganadores y perdedores. Pero eso no sucede con el JUEGO TRAINER-TESTER PARA APRENDER, porque en él *todos* los jugadores tienen algo que ganar, ¡todos son ganadores!

A diferencia de los otros juegos que haya practicado, usted tiene una *segunda* e incluso una *tercera* oportunidad de ganar (de aprender). Más aún, usted recibe la ayuda que necesita, *siempre* que la necesite y *cuando* la necesite.

El JUEGO TRAINER-TESTER PARA APRENDER, practicado como juego académico individual o por quienes componen un grupo de estudio, *da* la oportunidad de saber lo bien que se haya dominado determinado tema, *afirma* los conocimientos ya adquiridos, y *resuelve* las dudas proporcionando un repaso instantáneo para aquellos temas de dificultad en los cuales se haga necesario un repaso correctivo.

En este proceso, el jugador-estudiante tiene oportunidad de fortalecer y reforzar sus propios conocimientos al ser guiado automáticamente a dominar una idea mediante formas alternativas de comprender y de explicar mejor el concepto.

En el JUEGO TRAINER-TESTER PARA APRENDER, todos los jugadores deben responder por riguroso turno las preguntas que hayan elegido. Todas las preguntas han sido cuidadosamente formuladas y correlacionadas al texto para cubrir los puntos principales y los errores de juicio de los estudiantes en el pasado.

Borre cualquiera de los rectángulos (a, b, c o d), en la TARJETA DE RESPUESTAS TRAINER-TESTER, en el que crea que se encuentre la respuesta correcta, elegida entre las respuestas alternativas (a, b, c, o d) que se proporcionan. Use una goma de borrar limpia y razonablemente firme, como las ordinarias de los lápices. Al borrar se descubrirá un símbolo alfa-numérico en la TARJETA DE RESPUESTAS TRAINER-TESTER, formado por una letra y un número de tres dígitos. Si la letra descubierta es una "C", la respuesta ha sido correcta y el jugador se anota 3

puntos. Pero si en vez de la "C" la borradura descubre *cualquiera otra letra,* eso significa que la respuesta *no* fue la correcta. En ese caso, el jugador tiene dos opciones:

1. Proceder de inmediato a hacer otro intento (o intentos) haciendo otra u otras borraduras. Al acertar en el segundo intento, el jugador se anota 2 puntos. Por acertar en el tercer intento subsecuente, el jugador se anota *1* punto. El cuarto intento no recibe ninguna puntuación (0).
2. Hacer una pausa, antes de proseguir, para obtener información adicional. Con base en el número de tres dígitos del símbolo alfa-numérico, puede saber por qué estuvo equivocado y, además, conocer las páginas del texto que debe releer para un repaso correctivo sobre el tema que se le dificultó. Esto se hace consultando una sección especial colocada al final del texto titulada REPASO PARA AUTO-INSTRUCCION Y CORRECCION. En este sistema, el estudiante-jugador NO RECIBE la respuesta correcta, sino que es GUIADO HACIA ella.

PUNTUACION

Borraduras	Puntos
1	3
2	2
3	1
4	0

Cuando este juego formativo es practicado por un grupo con un instructor, se puede proporcionar al instructor una identificación gráfica de los temas de dificultad para el análisis de los mismos. Este análisis inmediato de los temas de dificultad señalará al instructor los puntos y los estudiantes en particular que necesitan instrucción y repaso adicionales. Esto se logra en la forma siguiente:

En los lados derecho e izquierdo de la TARJETA DE RESPUESTAS hay unos triángulos numerados en los cuales el estudiante puede hacer una marca en el canto colocando la TARJETA DE RESPUESTAS sobre una hoja de papel y completando el

lado abierto del triángulo (<|, >, . . .). *Recuerde*, es importante que el estudiante coloque la marca de tinta en el *canto* o *filo* de la tarjeta en lugar de hacerlo en la superficie de ella. En esta forma, cuando el instructor apile las tarjetas del grupo, con una ojeada puede ver las marcas hechas sobre los temas de dificultad que debe repasar con el grupo. (Véase la ilustración al final del libro.)

Se sugiere que los participantes sean los que determinen sus propias reglas para este interesante y provocador juego. Se darán cuenta que avanzarán con más facilidad en sus estudios al practicarlo. Así, pues, buena suerte y diviértanse.

PREGUNTAS PROGRAMADAS
para
Electrónica Básica, Volumen 1

1. ¿Cuál es la misión de un circuito rectificador?

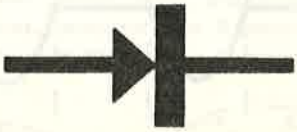
(a) Transformar una tensión continua en alterna.
(b) Producir tensiones alternas de una frecuencia dada.
(c) Amplificar bajas tensiones, para obtener tensiones de mayor valor.
(d) Transformar tensión alterna en continua.

2. ¿Cuál es la finalidad del filtro en una fuente de alimentación?

(a) Suavizar las pulsaciones de la salida del rectificador.
(b) Transformar en positivos los semiciclos negativos para lograr rectificación de onda completa.
(c) Aumentar la tensión de salida del rectificador.
(d) Estabilizar la tensión de salida del rectificador.

3. El símbolo que se ve más abajo representa un rectificador metálico. Entre las siguientes proposiciones que se le refieren, determine cuál *no es verdadera.*

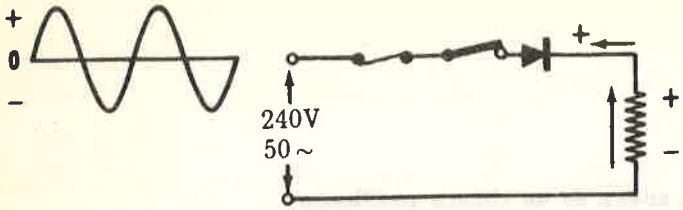
(a) El flujo electrónico circula de izquierda a derecha.
(b) El rectificador actúa como conductor en un sentido y como aislador en sentido contrario.
(c) La corriente circula cuando el extremo izquierdo es positivo y el derecho negativo.
(d) Los elementos rectificadores son discos metálicos que pueden montarse como arandelas en un perno, pudiéndose formar cualquier combinación, en serie o en paralelo, que convenga.



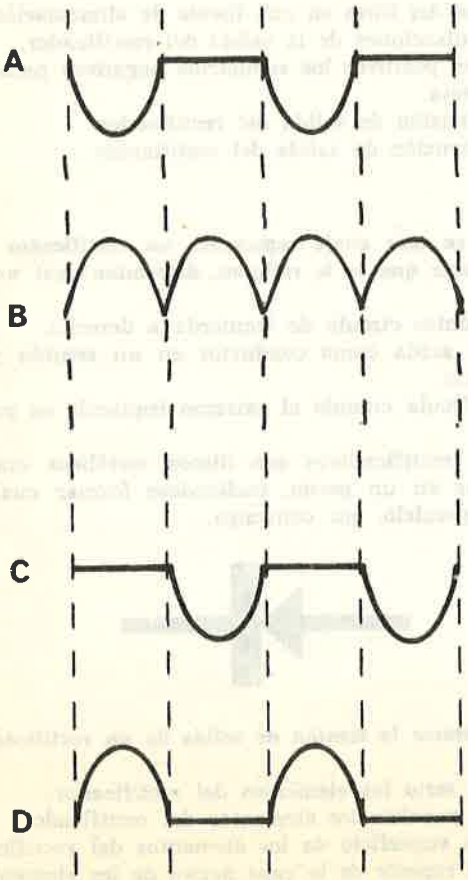
4. ¿Cómo puede aumentarse la tensión de salida de un rectificador?

(a) Conectando en serie los elementos del rectificador.
(b) Conectando en paralelo los elementos del rectificador.
(c) Aumentando la superficie de los elementos del rectificador.
(d) Aumentando el espesor de la capa activa de los elementos del rectificador.

5. El esquema representa el circuito de un rectificador de media onda, cuya entrada se representa mediante la senoide dibujada a su izquierda.



¿Cuál de los diagramas señalados A, B, C o D considera que representaría la forma de la onda de salida?



6. Tres de las siguientes proposiciones relativas al diodo son perfectamente ciertas. Determine cuál no lo es.

(a) Se denomina "emisión termoiónica" al procedimiento mediante el cual una sustancia emite electrones al adquirir una temperatura elevada.
(b) El cátodo de todos los tubos electrónicos está recubierto por una sustancia que emite electrones con facilidad, una vez que llega a una temperatura elevada.
(c) Tubo de calentamiento directo es aquel en que el filamento está en contacto material con el cátodo.
(d) En la mayoría de los tubos la emisión electrónica aumenta al aumentar la corriente de filamento.

7. La cantidad de electrones que fluyen hacia el ánodo de un diodo depende del potencial de éste con respecto al del cátodo. ¿Cuál de las siguientes proposiciones, referentes a dicho flujo electrónico, considera *inaceptable*?

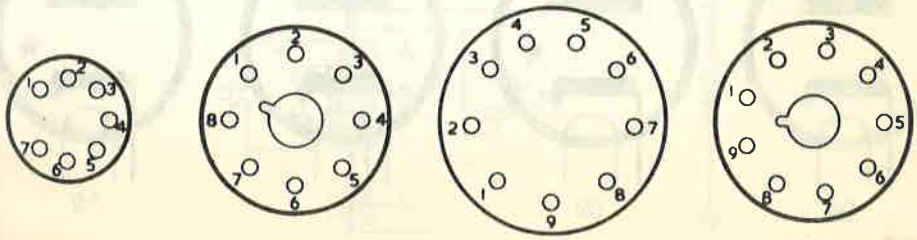
(a) Cuando el ánodo es negativo con respecto al cátodo, no hay flujo electrónico.
(b) Mientras el ánodo sea positivo con respecto al cátodo, cualquier variación del potencial de aquél, dentro de los valores normales para el tubo de que se trate, tendrá como consecuencia una variación de la corriente anódica.
(c) Aumentando la tensión en el ánodo, llega un momento a partir del cual no aumenta la corriente, aunque se siga aumentando la tensión del ánodo.
(d) El valor de la carga espacial alrededor del cátodo, no tiene nada que ver con la tensión de filamento.

8. ¿Cuál de las características que se citan a continuación hacen adecuado al diodo como rectificador?

(a) Porque cuando la tensión de placa es muy alta, la circulación de corriente es también muy intensa.
(b) Porque se llega a una tensión de placa tal que aumentando aún más dicha tensión, ya no se obtiene aumento en el flujo de corriente.
(c) Porque el diodo conduce únicamente desde el cátodo hacia el ánodo pero no en sentido contrario.
(d) Porque a las variaciones en la tensión de placa corresponde una variación en la circulación de corriente.

9. En el dibujo se ven cuatro bases para tubos de vacío. ¿Cuál es el orden correcto entre los cuatro que se citan?

(a) Miniatura de 7 patitas, octal, loctal, miniatura de 9 patitas.
(b) Miniatura de 7 patitas, loctal, octal, miniatura de 9 patitas.
(c) Miniatura de 7 patitas, miniatura de 9 patitas, octal, loctal.
(d) Miniatura de 7 patitas, miniatura de 9 patitas, loctal, octal.



10. En electrónica se emplean tubos de calentamiento directo e indirecto. ¿Cuál de las siguientes proposiciones, que hacen referencia a los mismos, considera *inaceptable*?

(a) Un tubo rectificador de calentamiento directo tiene una conexión común entre el calefactor y el circuito de alta tensión.
(b) Un tubo rectificador de calentamiento directo necesita una fuente independiente para el filamento.
(c) Un tubo rectificador de calentamiento indirecto debe tener su propia fuente de alimentación de calefactor, que no puede compartir con otros tubos.
(d) Un tubo rectificador de calentamiento indirecto tiene frecuentemente separados los circuitos de calefacción y de alta tensión.

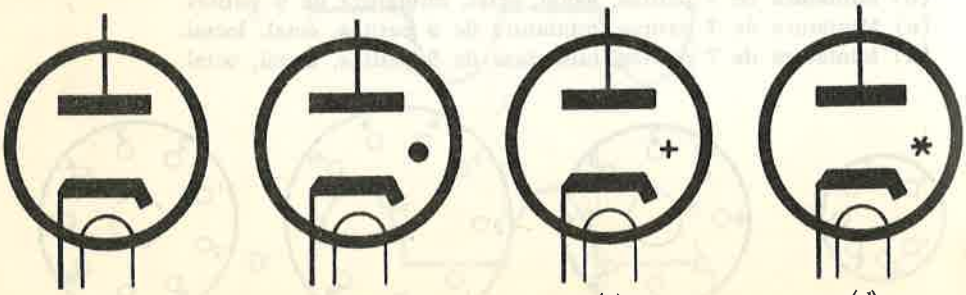
11. El doble diodo tiene dos anodos o placas y un solo filamento. ¿Cuál de las siguientes proposiciones *no es aplicable* al mismo?

(a) De cualquier forma que se hagan las conexiones, la corriente se dividirá por partes iguales entre las dos placas, mientras sean positivas con respecto al filamento.
(b) Conectados juntos los ánodos, el tubo trabaja como un diodo simple con mayor superficie anódica.
(c) Si se conectan los ánodos a partes diferentes del circuito, el efecto es el mismo que si se emplearan dos diodos separados con los cátodos conectados entre sí.
(d) Si los ánodos se conectan por separado será difícil que se mantengan a la misma tensión.

12. Una de las siguientes proposiciones que se refieren a circuitos rectificadores, es *falsa*. ¿Puede determinar cuál es?

(a) El diodo de vacío tiene el inconveniente de no poder reemplazar al rectificador de selenio en un rectificador de media onda.
(b) Los filamentos de los tubos rectificadores están calibrados para un consumo determinado de amperes, para una tensión dada en volts.
(c) Un tubo de calentamiento indirecto obtiene normalmente la tensión de calefacción mediante un transformador reductor.
(d) A veces es posible conectar un tubo de calentamiento indirecto en serie con el suministro de energía eléctrica.

13. ¿Cuál es el símbolo de un diodo de atmósfera gaseosa?



(a) (b) (c) (d)

14. ¿Cuál de las siguientes proposiciones relativas al empleo de diodos de atmósfera gaseosa considera cierta?

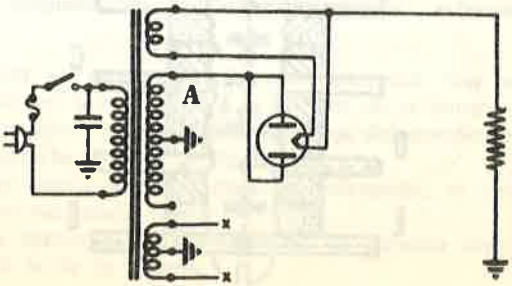
(a) No obstante otras ventajas, el diodo gaseoso tiende a empeorar la regulación de la alimentación.
(b) Cuando la corriente que pasa a través de un diodo gaseoso aumenta, la tensión de salida se mantiene casi constante.
(c) El diodo gaseoso se utiliza principalmente en fuentes de alimentación para corrientes muy débiles.
(d) La carga espacial que rodea al cátodo de un diodo gaseoso aumenta como consecuencia de la ionización al aumentar la intensidad de la corriente suministrada.

15. ¿Cuál es el motivo de utilizar un transformador en el circuito de una fuente de alimentación? Determine, entre las siguientes, la razón *no* valedera.

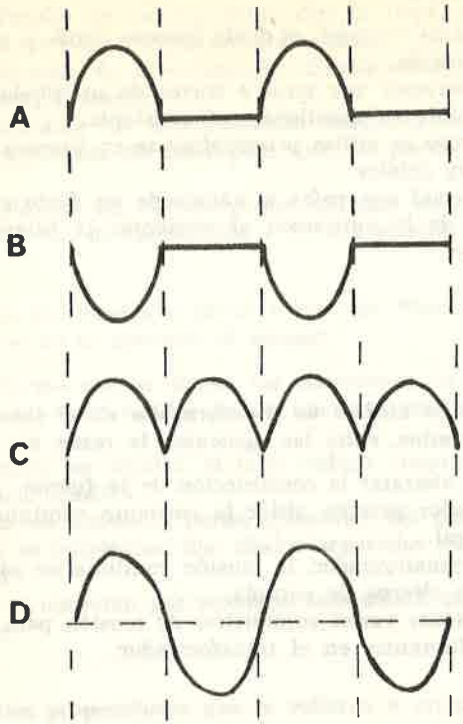
(a) Se hace para abaratar la construcción de la fuente.
(b) El transformador permite aislar la corriente continua obtenida de la instalación general.
(c) Mediante el transformador, la tensión continua de salida puede ser mayor que la tensión alterna de entrada.
(d) Se pueden obtener varios suministros de tensión para filamentos, mediante secundarios diferentes en el transformador.

16. El esquema representa el circuito de un rectificador de media onda. ¿Cuál de las siguientes proposiciones que hacen referencia al mismo, *no es cierta*?

(a) El condensador tiene por objeto filtrar componentes de alta frecuencia que podrían estar presentes en el suministro de energía eléctrica.
(b) Las placas del diodo rectificador están conectadas entre sí, haciendo que trabaje como un diodo simple.
(c) Cuando el punto *A* es negativo con respecto a masa, la corriente se dirige del transformador al circuito de utilización a través del chasis.
(d) El diodo es de calentamiento directo y el cátodo se conecta al bobinado de filamentos correspondiente del secundario del transformador, al que también está conectado el circuito de utilización.



17. ¿Qué forma de onda deberá tener la salida de un rectificador de onda completa, si la entrada corresponde a una onda senoidal?



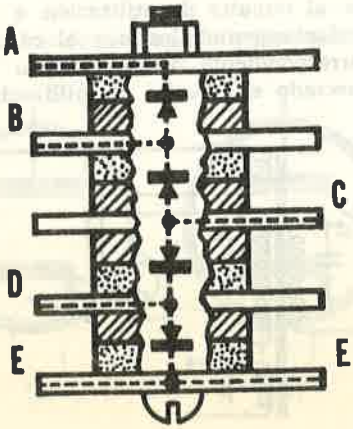
18. Un rectificador en puente está formado por cuatro unidades, como se ve en el dibujo. ¿Cómo efectuaría las conexiones externas?

(a) Conectando *B* y *D*, la entrada de alterna entre *A* y *E* y la salida de continua entre *C* y *E*.

(b) Conectando *C* y *E*, la entrada de alterna entre *B* y *D* y la salida de continua entre *A* y *E*.

(c) Conectando *A* y *E*, la entrada de alterna entre *D* y *E* y la salida de continua entre *B* y *C*.

(d) Conectando *A* y *E*, la entrada de alterna entre *B* y *D* y la salida de continua entre *C* y *E*.



19. ¿Cuál es el valor medio de un semiciclo de onda senoidal?

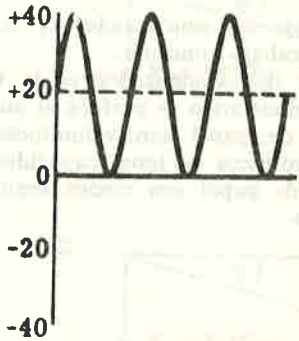
(a) 63.6% de su valor eficaz.
(b) 31.8% de su valor máximo o de pico.
(c) 63.6% de su valor máximo o de pico.
(d) 70.7% de su valor máximo o de pico.

20. ¿Cuál de los valores que se dan a continuación, referentes a la salida pulsatoria de un rectificador, considera acertado?

(a) El valor medio de la salida de un rectificador de media onda es el 63.6% de su valor máximo o de pico.
(b) El valor medio de la salida de un rectificador de onda completa, es el 31.8% de su valor máximo o de pico.
(c) El valor medio de la salida de un rectificador de onda completa es el 63.6% de su valor máximo o de pico.
(d) El valor medio de la salida de un rectificador de onda completa, es el 70.7% de su valor máximo o de pico.

21. ¿Qué representa el diagrama de tensiones que se ilustra?

(a) Una onda senoidal, cuyo valor es de 40 volts entre pico y pico.
(b) Una onda senoidal de 40 volts entre pico y pico, superpuesta a una tensión continua de 40 volts positivos.
(c) Una onda senoidal de 20 volts entre pico y pico, superpuesta a una tensión continua de 20 volts positivos.
(d) Una onda senoidal de 40 volts entre pico y pico, superpuesta a una tensión continua de 20 volts positivos.



22. Suponga que se conecta un condensador a los terminales de una batería. ¿Cuál de las siguientes proposiciones considera *desacertada* referida al hecho mencionado?

(a) El condensador se carga casi instantáneamente con una diferencia de potencial entre sus placas igual a la tensión de la batería.
(b) El tiempo muy breve que requiere la carga del condensador, se debe a la pequeña resistencia interna de la batería.
(c) Si la carga se opera a través de una resistencia, el condensador tardará más tiempo en cargarse.
(d) Si se carga a través de una resistencia, la tensión final del condensador será inferior a la de la batería.

23. Si se conecta un condensador de gran capacidad entre los bornes de salida de un rectificador, ¿qué ocurre con la tensión medida entre dichos bornes?

(a) Se convierte casi en seguida en CC pura.
(b) Las pulsaciones de la tensión de salida, son ahora de menor amplitud que sin el condensador.
(c) Se obtiene una pulsación cada pocos segundos al cargarse el condensador.
(d) Se obtiene una pulsación en un sentido al cargarse el condensador y otra en sentido contrario a la descarga del mismo.

24. ¿Qué ocurre cuando se conecta a la carga a un rectificador que tiene condensador de filtro a la salida?

(a) Cuanto mayor sea la carga, mayor será el zumbido.
(b) Cuanto mayor sea la capacidad del condensador, mayor será el zumbido.
(c) El zumbido es mayor si el rectificador es de onda completa.
(d) Cuanto mayor sea la carga, mayor será la tensión de salida.

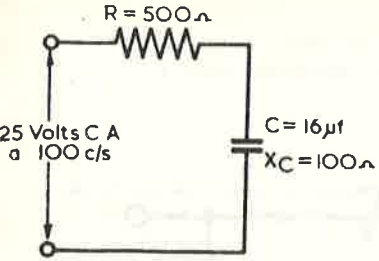
25. ¿Cuál de las siguientes proposiciones relativas a los condensadores de filtro empleados en las fuentes de alimentación, considera *desacertada*?

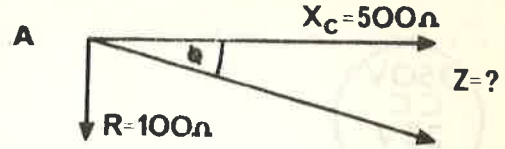
(a) La tensión de trabajo del condensador es la máxima tensión eficaz que puede soportar en trabajo continuo.
(b) La tensión máxima del condensador es la tensión instantánea límite a partir de la cual el dieléctrico se perfora al aumentar aquella tensión.
(c) Los condensadores de papel son voluminosos y caros comparados con condensadores electrolíticos de igual capacidad.
(d) Los condensadores de papel son menos seguros y tienen vida más corta que los electrolíticos.

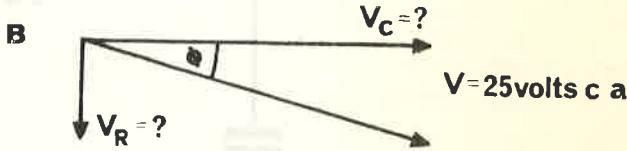
26. Vea si puede determinar cuál es la proposición acertada entre las siguientes que se refieren a condensadores de filtro.

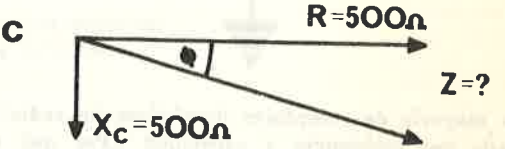
(a) Los condensadores de papel tienen polaridad; la inobservancia de la misma produce su destrucción.
(b) Las fuentes de alimentación con una tensión de salida superior a 600 volts, usan invariablemente condensadores electrolíticos.
(c) Una sobrecarga momentánea pero con la polaridad correcta, puede perforar el dieléctrico de un condensador electrolítico húmedo, pero la aplicación de una tensión normal restablece el buen estado del condensador.
(d) La corriente de pérdida de un condensador electrolítico disminuye al aumentar la tensión aplicada.

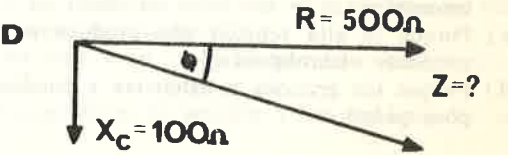
27. Un circuito de filtro puede mejorarse añadiendo una resistencia y una capacidad en serie entre los bornes del condensador de filtro. En el esquema se detalla esta combinación. Calculando gráficamente la impedancia, ¿cuál de los diagramas representados utilizaría?











28. ¿Cómo calcularía la impedancia (Z) en el diagrama vectorial que consideró correcto en la pregunta anterior?

(a) $Z = \sqrt{500 + 100} = 24.5$ ohms.

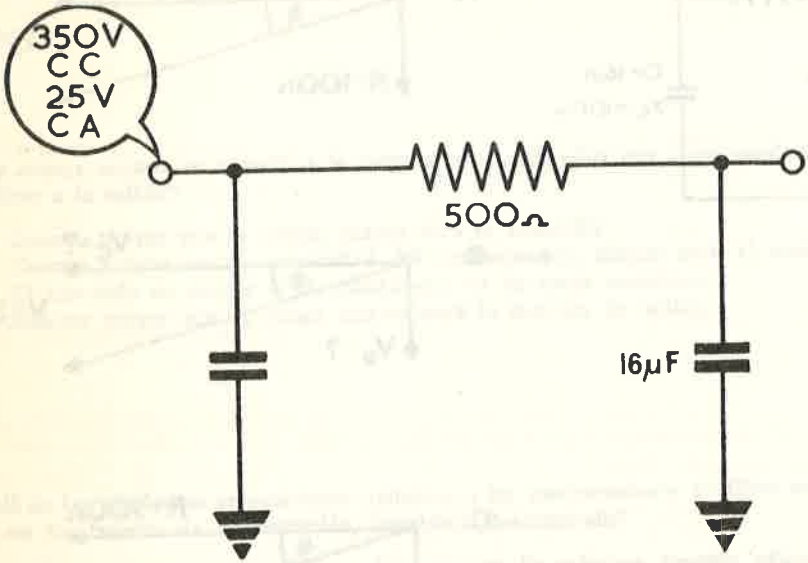
(b) $Z = \sqrt{500^2 - 100^2} = 490$ ohms.

(c) $Z = \sqrt{500^2 + 100^2} = 510$ ohms.

(d) $Z = 500 + 100 = 600$ ohms.

29. En el esquema del circuito de filtro que se representa, ¿cuáles son las tensiones medidas entre los extremos de la resistencia de 500 Ω y del condensador de 16 μF, respectivamente?

(a) 4.9 volts CA y 24.5 volts CA.
(b) 20 volts CA y 5 volts CA.
(c) 24.5 volts CA y 4.9 volts CA.
(d) 5 volts CA y 20 volts CA.



30. La mayoría de receptores domésticos de radio, utilizan un sistema de filtro formado por resistencia y capacidad. ¿Por qué no puede emplearse en todas las fuentes de alimentación?

(a) Porque es demasiado caro.
(b) Por que no puede suministrar mucha tensión cuando se necesita bastante intensidad.
(c) Porque la alta tensión que produce no varía según la intensidad de la corriente suministrada.
(d) Porque las grandes resistencias y condensadores que necesitaría lo hacen poco práctico.

31. Se tiene un filtro formado por resistencia y capacidad; el valor de aquélla es de 500 Ω; la tensión aplicada al filtro es de 375 volts. ¿Cuál de las siguientes proposiciones, que se refieren a la tensión de salida, considera acertada?

(a) Con una corriente de carga de 100 miliamperes, la tensión de salida será de 175 volts.
(b) Con una corriente de carga de 50 mA, la tensión de salida valdrá 325 volts.
(c) Con una corriente de carga de 200 mA, la tensión de salida valdrá 275 volts.
(d) Con una corriente de carga de 150 mA, la tensión de salida valdrá 350 volts.

32. Trate de determinar la proposición equivocada, entre las siguientes que se refieren a filtros resistencia-capacidad y con choke.

(a) Un filtro RC trabajaría bastante bien, siempre que su relación de resistencia a reactancia sea elevada.
(b) La carga y la resistencia del filtro, en un sistema RC, forman un divisor de tensión que disminuye ésta a la salida.
(c) Un buen filtro necesita poca resistencia a la CA y mucha resistencia a la CC.
(d) La inductancia en un filtro con choke ofrece alta resistencia a la CA y poca resistencia a la CC.

33. ¿Cuántas veces es superior la impedancia que presenta a las pulsaciones de CA (zumbido) de 100 c/s un choke de 5 henrys a la que presentaría una resistencia de 300 Ω?

(a) Unas tres veces.
(b) Unas diez veces.
(c) Unas seis veces.
(d) Unas cinco veces.

34. ¿Cuál de los valores siguientes *no* tiene por qué mencionarse al referirse a una inductancia de choke?

(a) La tensión máxima que puede soportar.
(b) La corriente máxima que permite.
(c) Su resistencia a la CC.
(d) El valor de la inductancia.

35. ¿Cómo se conecta un filtro de una sección con entrada por choke?

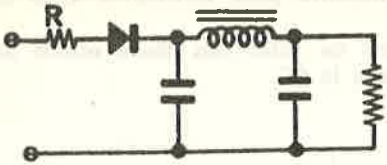
(a) Un condensador de filtro y un choke en serie con el suministro de tensión.
(b) Un choke en serie con el suministro de tensión.
(c) Un condensador de filtro en serie y un choke en paralelo con el suministro de tensión.
(d) Un choke en serie con el suministro de tensión y un condensador en paralelo con aquél.

36. ¿Cuál de las siguientes características corresponde a un filtro de una sección con entrada por choke?

(a) La tensión de salida es mayor que si tuviera solamente condensador.
(b) Esta clase de filtro limita la corriente de pico que circula a través del tubo rectificador.
(c) La tensión de salida depende de la corriente suministrada.
(d) El choke produce una fuerza contraelectromotriz que puede dar lugar a tensiones muy elevadas sobre el tubo rectificador.

37. ¿Cuál es el propósito de conectar la resistencia *R* en el circuito cuyo esquema se representa?

(a) Limitar la tensión de salida.
(b) Limitar la corriente de salida.
(c) Limitar la corriente inicial de carga del condensador.
(d) Proteger al rectificador de las sobretensiones inducidas por el choke.

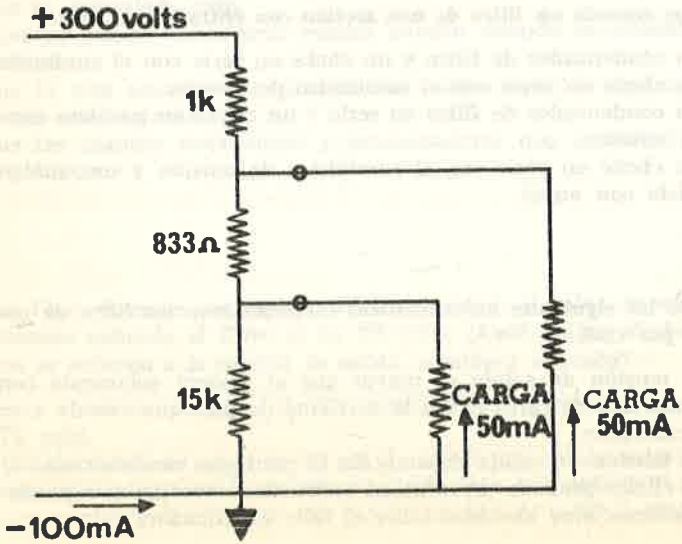


38. ¿Cuál de las siguientes características *no* corresponde a la resistencia de drenaje de una fuente de alimentación?

(a) Impide que se produzca una tensión demasiado elevada, trabajando la fuente en vacío.
(b) Limita la corriente que produce la fuente.
(c) Descarga el condensador de filtro al desconectar la fuente.
(d) Mejora la regulación de tensión de la fuente.

39. El esquema representa la salida de una fuente de alimentación que proporciona 300 volts y alimenta dos circuitos de carga mediante un divisor de tensión. La corriente total vale 100 mA y los circuitos de carga consumen 50 mA y 40 mA, respectivamente. En el esquema se ven los valores de las resistencias que forman el divisor de tensión. ¿Cuál es el valor de la tensión que corresponde a cada circuito de salida?

(a) 100 volts; 200 volts.
(b) 75 volts; 100 volts
(c) 150 volts; 200 volts.
(d) 175 volts; 250 volts.



40. ¿Cuál de las siguientes razones *no* sería cierta, refiriéndose a la utilización de un tubo de cátodo frío en una fuente de alimentación?

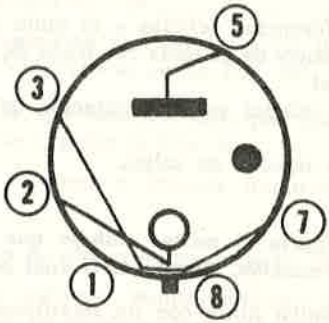
(a) Impedir el aumento de tensión al disminuir la corriente.
(b) Suavizar las variaciones de la tensión de salida, producidas por inestabilidad en la tensión de alimentación alterna de la fuente.
(c) Impedir que la tensión disminuya al aumentar la corriente de salida.
(d) Proteger al rectificador en caso de una corriente de salida excesiva.

41. ¿Cuál de las siguientes características corresponde a un diodo gaseoso?

(a) Manteniendo la corriente a través del tubo dentro de los límites especificados por el fabricante, la caída de tensión se mantiene constante.
(b) En cuanto el ánodo tiene potencial positivo con respecto al cátodo, comienza la circulación de corriente.
(c) El tubo actúa como resistencia variable: es menor cuando lo atraviesa una corriente débil que cuando lo hace otra de mayor intensidad.
(d) Si se necesita una tensión estabilizada superior a la que puede obtenerse de un tubo, pueden conectarse varios en paralelo.

42. El dibujo representa el esquema del regulador de tensión VR-150. ¿Cuál de las siguientes proposiciones que se refieren al mismo, *no* es cierta?

(a) La patita 2 está conectada al cátodo frío.
(b) La patita 7 tiene conexión con la alta tensión para proporcionar el encendido.
(c) El punto indica que se trata de un tubo con atmósfera gaseosa.
(d) La patita 5 tiene conexión con el ánodo.



43. Una fuente no estabilizada suministra 350 volts de salida. Se necesita una tensión estabilizada de 150 volts con una corriente máxima a través del tubo regulador de 40 mA. ¿Cuál será el valor de la resistencia que se conectará en serie con el mismo?

(a) 5 kΩ. (b) 4 kΩ. (c) 8 kΩ. (d) 4 750 Ω.

44. ¿Cuál de las siguientes proposiciones referentes a una fuente de alimentación de tipo universal (para CA y CC) supone cierta?

(a) Con una tensión de entrada de 220 volts CA proporcionaría una salida de CC de unos 300 volts.
(b) Necesita un transformador para la corriente de filamentos del equipo.
(c) El filamento del tubo rectificador se conecta en paralelo con todos los demás y con la resistencia de caída, si es necesario.
(d) Todos los tubos necesitan la misma corriente de filamento.

45. ¿Por qué debería emplearse siempre una ficha polarizada para hacer la conexión a una fuente universal?

(a) Porque el equipo se estropea al no conectarlo debidamente al suministro de CC.
(b) Porque el equipo se estropea al no conectarlo debidamente al suministro de CA.
(c) Porque el equipo no funciona si las conexiones al suministro de CA no tienen la polaridad correcta.
(d) Porque la conexión incorrecta pone el chasis del equipo a una tensión elevada (la de alimentación) con respecto a tierra haciendo peligroso su manejo.

46. Conectando una fuente dobladora de tensión a la toma de 220 volts CA, ¿qué tensión se tendrá a la salida, en vacío?

(a) 440 volts. (b) 620 volts. (c) 600 volts. (d) 400 volts.

47. Un equipo móvil que necesita una alta tensión de 300 volts CC se alimentará mediante una batería de acumuladores de 12 volts. ¿Cuál de los siguientes dispositivos no podría emplearse a tal fin?

(a) Un vibrador.
(b) Un motogenerador.
(c) Un diodo.
(d) Un convertidor rotatorio.

48. En el secundario del transformador de los vibradores asincrónicos se encuentra siempre un condensador amortiguador. ¿Puede decir para qué se conecta?

(a) Para eliminar interferencias debidas a la onda cuadrada de salida.
(b) Para suavizar los frentes de la onda cuadrada de salida haciéndola parecida a una onda senoidal.
(c) Para disminuir las chispas en los contactos del vibrador prolongando su duración.
(d) Para obtener mayor tensión de salida.

49. Un vibrador sincrónico haría el mismo trabajo que alguno de los dispositivos que se mencionan a continuación. ¿Puede decir cuál es?

(a) Un vibrador asincrónico junto con un rectificador de media onda.
(b) Un vibrador asincrónico junto con un transformador.
(c) Un vibrador asincrónico con supresores de interferencia y condensador amortiguador.
(d) Un vibrador asincrónico y un rectificador de onda completa.

50. Como repaso de fuentes de alimentación: ¿Cuál de las proposiciones siguientes que hacen referencia a las mismas considera válida?

(a) Un dinamotor es básicamente un motor de CC y un generador también de CC, construidos con el mismo inducido; tiene dos o más colectores.
(b) Un convertidor rotativo es similar a un generador de CC pero tiene dos anillos de contacto conectados a delgas del colector, separadas 180°.
(c) Los rectificadores metálicos secos pueden usarse en lugar de rectificadores de tubos de vacío suprimiendo el transformador en la fuente de alimentación; pero ellos son grandes y no aptos para corrientes intensas.
(d) Un vibrador es un dispositivo mecánico que transforma la CA en CC.

Respuestas y Comentarios a las Preguntas Programadas

ELECTRONICA BASICA. VOLUMEN 1

200

202. **Equivocado.** Este tema se estudió en *Electricidad Básica.*

206. **Bien.** El convertidor rotativo se estudió en la Pág. 118.

207. **No.** Este dato se menciona casi siempre. Piense antes de volver a leer la Pág. 79.

224. **Equivocado.** Lo contrario es verdad Vuelva a estudiar las Págs. 46 y 47.

227. **Correcto.** Es un tema interesante que se debe recordar. Vea la Pág. 84.

230. **Equivocado.** Se necesita también un condensador. Vuelva a estudiar la Pág. 80.

239. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar las Págs. 52 y 53. Fíjese en los esquemas.

242. **Equivocado.** Tiene una confusión, si no se equivocó en las operaciones. Vuelva a estudiar la Pág. 77.

246. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 42, fijándose en los dibujos.

247. **Mal.** Vuelva a estudiar la Pág. 112.

249. **Correcto.** Cualquier dispositivo que conduzca en un solo sentido puede usarse como rectificador. Compruébelo en la Pág. 40.

254. **Correcto.** Pero asegúrese que también sabe por qué las demás contestaciones están *equivocadas.* Puede repasar la Pág. 69.

256. **No.** Esta proposición es cierta y además importante. Vuelva a estudiar la Pág. 27.

259. **Equivocado.** Se conectan en *serie* y no en paralelo. Vuelva a estudiar la Pág. 94.

262. **Equivocado.** La fuente universal suministra una tensión +B de la misma magnitud que la tensión de entrada. Vuelva a estudiar la Pág. 104.

266. **No.** Esta proposición es cierta. Piense de nuevo antes de releer la Pág. 42.

269. **No.** Repase este tema en el Volumen 3 de *Electricidad Básica.*

270. **Correcto.** Recuerde que para el condensador electrolítico seco *no* sería lo mismo. Vea la Pág. 73.

276. **No.** Sería una buena razón. Vuelva a estudiar las Págs. 92 y 93.

278. **Equivocado.** No puede ser la salida del rectificador aunque se conectara de la otra forma. Piense antes de releer la Pág. 31.

285. **Bien.** Es interesante entender las aplicaciones prácticas de estos cálculos. Repase las Págs. 74 y 75.

286. **Correcto.** Compruébelo en las Págs: 56 y 57.

292. **Bien.** Muchos receptores, incluso de televisión, emplean fuentes universales y pueden dar lugar a accidentes fatales si se conectan de modo que el chasis esté en tensión. Vea la Pág. 105.

294. **Equivocado.** El tema se estudió en *Electricidad Básica,* Volumen 4.

298. **Correcto.** Se estudió en la Pág. 12.

300

300. **Correcto.** En la Pág. 113 puede repasar el circuito del vibrador sincrónico.

304. **No.** Es apenas la mitad de la respuesta acertada. Pruebe otra vez antes de releer las Págs. 65 y 66.

309. **Equivocado.** Pruebe otra vez antes de estudiar de nuevo la Pág. 41.

322. **Correcto.** Esta proposición no es cierta. Un tubo de calentamiento directo no tiene cátodo separado del filamento. Vea la Pág. 36.

326. **Equivocado.** ¿Por qué se haría así? Vuelva a leer la Pág. 112.

328. **Equivocado.** Necesita la fórmula de la reactancia inductiva ($X_L = 2\pi fL$) que se estudió en el Volumen 3 de *Electricidad Básica.*

332. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 76.

334. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a pensar antes de estudiar otra vez la Pág. 42.

337. **Mal.** Piense otra vez. Lea la Pág. 105 si tiene dudas.

343. **Equivocado.** Los condensadores electrolíticos tienen polaridad. Vuelva a estudiar las Págs. 71 y 72.

345. **Equivocado.** Es función del *oscilador.* Vuelva a leer la Pág. 12.

348. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 85 antes de contestar otra vez.

352. **No.** Esta es una buena razón. Vuelva a leer las Págs. 92 y 93.

357. **No.** Esta proposición es correcta. Pruebe otra vez antes de releer la Pág. 49.

359. **Equivocado.** Compruebe el cálculo de X_c. Pruebe otra vez antes de estudiar de nuevo la Pág. 74.

360. **Equivocado.** Es la salida de un rectificador de media onda. Vuelva a estudiar las Págs. 56 y 57.

364. **Equivocado.** Si no hubo error en las operaciones, tiene una confusión. Vea la Pág. 96.

367. **Correcto.** Puede repasar la Pág. 64.

372. **Equivocado.** Es preciso entender este tema. Vuelva a estudiar la Pág. 67.

376. **Equivocado.** La corriente no comienza a circular hasta haber alcanzado la tensión un valor determinado. Vuelva a estudiar la Pág. 94.

378. **No.** Esto es cierto. Puede ocurrir cuando el cátodo emite todos los electrones que le es posible; pero *no* es normal hacer trabajar un diodo de modo que ocurra este efecto. Vuelva a leer las Págs. 36 a 39.

384. **Equivocado.** El filtro con entrada por choke tiene buena regulación. Vuelva a estudiar la Pág. 81.

387. **Equivocado.** Mejora la regulación. Vuelva a estudiar las Págs. 46 y 47.

394. **Correcto.** No tiene sentido. Lo que necesita un buen circuito de filtro es precisamente lo contrario. Compruébelo en la Pág. 78.

398. **Equivocado.** Así aumentaría la corriente del rectificador. Vuelva a estudiar la Pág. 29.

400

400. **Equivocado.** Lo contrario es cierto. Vuelva a estudiar la Pág. 69.

403. **Equivocado.** Lo contrario es cierto. Vuelva a estudiar las Págs. 46 y 47.

407. **Correcto.** Esta proposición no es cierta. Las patitas 3 y 7 están unidas por un puente. (¿Recuerda por qué? Vea la Pág. 95.)

420. **Equivocado.** Vuelva a estudiar las Págs. 112 y 113.

423. **Equivocado.** Necesita la fórmula de la reactancia inductiva ($X_L = 2\pi fL$) que se estudió en el Volumen 3 de *Electricidad Básica.*

426. **Correcto.** Compruébelo en la Pág. 29.

429. **Equivocado.** Pruebe otra vez antes de consultar las Págs. 65 y 66.

430. **Correcto.** El transformador *aumenta* el costo de la fuente pero es frecuentemente necesario por varios motivos. Vea la Pág. 49.

437. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 75.

440. **No.** Esta proposición es correcta y define el punto más importante con referencia al choke. Vuelva a estudiar la Pág. 78.

444. **Equivocado.** No se obtiene salida al conectar con polaridad invertida la CC. Pero hay otra razón más importante. Vuelva a estudiar la Pág. 105.

446. **Correcto.** En la Pág. 60 se resuelve el problema.

452. **Equivocado.** Es un tema importante; pruebe otra vez antes de repasar la Pág. 22.

456. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 75.

459. **Equivocado.** Todos estos elementos se conectan en *serie*. Vea la Pág. 104.

462. **No.** Esta proposición es cierta y debe recordarse. Piense, antes de volver a estudiar la Pág. 70.

467. **No.** Primero habría que transformar los 12 volts CC en CA y este equipo lo hace. Vuelva a estudiar la Pág. 109.

468. **No.** Esta proposición es cierta. Vea la Pág. 42, especialmente la última mitad.

470. **Equivocado.** Es prácticamente lo último que haría. Estudie con atención la Pág. 84 antes de dar otra respuesta.

474. **Equivocado.** En el Volumen 3 de *Electricidad Básica* se estudió esta cuestión. Vea luego la Pág. 64 del Volumen 1 de *Electrónica Básica.*

478. **Equivocado.** Trate de dar otra respuesta antes de consultar la Pág. 41.

482. **Equivocado.** Esta pregunta es un buen ejemplo de la aplicación práctica de la ley de Ohm. Repase el Volumen 2 de *Electricidad Básica* y la Pág. 87 de este volumen.

487. **Bien.** Puede comprobarlo en la Pág. 31.

492. **Equivocado.** La tensión de salida es *menor*. Vuelva a estudiar la Pág. 81.

497. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 38.

500

500. **Correcto.** Es interesante y debe recordarlo. Vea la Pág. 94.

504. **No.** Esto es cierto. Repase la Pág. 43 y pruebe otra vez.

507. **Bien.** La resistencia influye solamente en el *tiempo* que tardará en cargarse el condensador. Compruébelo en la Pág. 67.

520. **Equivocado.** La tensión varía mucho según la intensidad de corriente. Es la segunda desventaja del filtro por resistencia-capacidad. Vuelva a estudiar la Pág. 76.

526. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar las Págs. 52 y 53, fijándose en los esquemas.

529. **Equivocado.** Esta pregunta es un buen ejemplo de la aplicación práctica de la ley de Ohm. Repase el Volumen 2 de *Electricidad Básica.*

533. **Bien.** No era difícil, pero es importante. Compruébelo en la Pág. 22.

537. **Equivocado.** Lo contrario es cierto. Vuelva a estudiar la Pág. 69.

540. **Equivocado.** Este símbolo representa el diodo de vacío. Piense antes de releer la Pág. 45.

547. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 75.

549. **Equivocado.** Vuelva a estudiar las Págs. 112 y 113.

555. **Equivocado.** Trate de recordar el esquema del circuito. En todo caso vea la Pág. 60.

559. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 84.

560. **No.** Primero hay que transformar los 12 volts de CC en CA y este equipo está preparado para ello. Vuelva a estudiar la Pág. 109.

562. **Equivocado.** Necesita la fórmula de la reactancia inductiva ($X_L = 2\pi fL$) que se estudió en *Electricidad Básica*, Volumen 3.

566. **Equivocado.** Esta sería la salida si se conectara al revés. Fíjese bien en los esquemas de la Pág. 31.

569. **Bien.** Compruébelo en la Pág. 64.

572. **No.** Si piensa, se dará cuenta que esta proposición debe ser cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 78.

575. **Equivocado.** Piense antes de volver a estudiar la Pág. 106.

577. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 42 y trate de recordar los esquemas referentes a estos tipos de tubos electrónicos.

582. **Equivocado.** No puede conectarse nunca un condensador en serie con la salida de una fuente de alimentación. Vuelva a estudiar la Pág. 80.

588. **Equivocado.** Si bien esto es verdad no es el motivo por el cual se puede utilizar un diodo para rectificar. Vuelva a estudiar la Pág. 40.

593. **Equivocado.** Fíjese en las operaciones. Repase la Pág. 96.

594. **Correcto.** Esta proposición no es cierta. El lado izquierdo debe ser *negativo* y el derecho *positivo* para que circule corriente. Vea la Pág. 28.

598. **Equivocado.** Lo contrario es verdad. Vuelva a estudiar las Págs. 71 y 72.

600

600. **Equivocado.** Así aumentaría la *corriente* del rectificador. Vuelva a estudiar la Pág. 29.

604. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 85.

608. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 36.

624. **Equivocado.** Trate de encontrar la respuesta antes de releer la Pág. 41.

627. **No.** Es una buena razón. Vuelva a estudiar las Págs. 92 y 93.

629. **Correcto.** Pero observe que es verdad *solamente* en vacío, o sea cuando no hay corriente de salida. Compruébelo en la Pág. 67.

630. **Correcto.** Pase ahora a la pregunta siguiente, antes de ver la Pág. 75.

634. **Bien.** El tema se estudió en la Pág. 104.

636. **Correcto.** Este tema se trató en la Pág. 47.

642. **Equivocado.** Repase las operaciones. Vea la Pág. 77.

645. **Correcto.** Vea la Pág. 109.

649. **No.** Esto es cierto. Vuelva a estudiar la Pág. 43 y pruebe de nuevo.

654. **No.** Casi siempre se menciona este dato. Piense antes de releer la Pág. 79.

656. **No.** Es un punto importante. Vuelva a estudiar la Pág. 12.

657. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 118.

663. **Equivocado.** Vea las Págs. 40, 41 y 94.

666. **Correcto.** Compruébelo en la Pág. 70.

667. **No.** Esta proposición es perfectamente cierta. Vuelva a estudiar las Págs. 52 y 53.

672. **Equivocado.** Repase las operaciones. Vea la Pág. 75.

678. **Equivocado.** Trate de recordar el esquema del circuito. Vea luego la Pág. 60.

680. **Equivocado.** Pruebe otra vez antes de consultar las Págs. 65 y 66.

682. **No.** Esta proposición es cierta y además un tema importante que debe recordarse. Vuelva a estudiar la Pág. 38.

687. **Equivocado.** La fuerza contraelectromotriz *rebaja* la tensión de salida del rectificador. Vuelva a estudiar la Pág. 81.

690. **Equivocado.** Pruebe otra vez, antes de estudiar la Pág. 64.

698. **Equivocado.** Piense otra vez antes de estudiar la Pág. 106.

700

702. **Correcto.** Compruébelo en la Pág. 74.

706. **No.** Esta proposición es correcta. Piense antes de volver a estudiar la Pág. 95.

708. **No.** Es verdad. Vea la Pág. 43 y pruebe otra vez.

722. **Equivocado.** Es lo último que haría. Estudie atentamente la Pág. 84 antes de dar otra respuesta.

729. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 36.

734. **Correcto.** Este tema se vio en la Pág. 80.

739. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 45.

742. **Correcto.** En la Pág. 41 encontrará algunas de las bases más utilizadas.

744. **Correcto.** Compruébelo en la Pág. 87.

749. **Mal.** El condensador *no puede* descargarse, puesto que la corriente circula en un sentido únicamente. Vuelva a estudiar la Pág. 67.

752. **Correcto.** Esta proposición no tiene sentido. El tubo rectificador sólo conduce cuando la placa es positiva, por lo tanto *no* puede haber circulación de corriente cuando el punto 5 (conectado directamente a las placas) sea negativo. En las Págs. 52 y 53 encontrará el circuito.

759. **Bien.** Ha debido emplear la fórmula de la reactancia inductiva ($X_L = 2\pi fL$) que ya se estudió en el Volumen 3 de *Electricidad Básica.*

760. **Correcto.** Este es uno de los dos motivos que limitan la aplicación de los filtros RC. Vea si recuerda el otro antes de consultar la Pág. 76.

762. **Equivocado.** La salida es similar a la del rectificador de *onda completa.* Vea la Pág. 113.

765. **Correcto.** Esta proposición *no es cierta.* Cuanto más alta sea la tensión de filamento, más corriente circulará por el mismo; a mayor corriente, más calor desarrollado y en consecuencia, mayor temperatura del cátodo. Este emitirá más electrones que formarán una carga espacial a su alrededor hasta que los atraiga un ánodo más positivo. Vea la Pág. 37.

770. **Equivocado.** Repase las operaciones. Estudie luego la Pág. 96.

774. **Equivocado.** Es un tema importante. Vuelva a estudiar la Pág. 22.

776. **No.** Esta proposición es cierta. Debe recordarlo. Piense de nuevo antes de releer la Pág. 70.

778. **Equivocado.** Pruebe otra vez antes de volver a estudiar la Pág. 64.

782. **Equivocado.** Es trabajo del *amplificador*. Vuelva a estudiar la Pág. 12.

786. **No.** Repase el Volumen 3 de *Electricidad Básica*.

788. **Equivocado.** Usted ha multiplicado por 2 el *valor eficaz*. Si no se da cuenta del error, vuelva a estudiar la Pág. 106.

790. **Correcto.** Asegúrese que lo entiende totalmente. Vea la Pág. 112.

792. **Equivocado.** La pregunta es fácil. Lea atentamente las Págs. 56 y 57 antes de contestar otra vez.

798. **Equivocado.** Si no se equivocó en las operaciones, tiene una confusión. Vuelva a estudiar la Pág. 77 antes de contestar otra vez.

800

804. **Mal.** Piense antes de releer la Pág. 105.

807. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 45.

809. **Equivocado.** No domina el cálculo con impedancias. Vuelva a leer la Pág. 75.

820. **Equivocado.** Piense antes de repasar las Págs. 116 a 118.

822. **Equivocado.** Nunca se conecta un condensador en serie con el circuito de utilización. Vea la Pág. 80.

826. **Mal.** Vea la Pág. 64.

829. **No.** Esta proposición es cierta. Vea la Pág. 42 y fíjese en los esquemas.

830. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a leer la Pág. 28.

836. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a leer la Pág. 78.

843. **No.** Debe repasar el Volumen 3 de *Electricidad Básica*.

845. **Correcto.** Esto no tiene sentido. Los tubos de cátodo frío son reguladores de *tensión* pero no de corriente. Vea las Págs. 92 y 93.

847. **No.** Esta proposición es cierta. Y además, importante. Vuelva a estudiar la Pág. 28.

850. **No.** Esta proposición es correcta. Indica dos de las razones que motivan el empleo de los condensadores electrolíticos. Vuelva a estudiar la Pág. 70.

854. **Equivocado.** Si bien esto es verdad, no es el motivo por el cual se emplea un diodo como rectificador. Vea la Pág. 40.

859. **No.** Primero debe transformar en CA los 12 volts CC y este equipo puede hacerlo. Vuelva a estudiar la Pág. 109.

863. **Equivocado.** Debe repasar el Volumen 4 de *Electricidad Básica*.

865. **No.** Esta proposición es cierta. Piense antes de releer la Pág. 95.

868. **No.** Esta proposición es correcta. Pruebe otra vez antes de estudiar de nuevo la Pág. 49.

872. **Correcto.** Compruébelo en la Pág. 96.

874. **Equivocado.** Es una de las posibles salidas del rectificador de media onda que se estudió en la Pág. 31. Piense antes de repasar las Págs. 56 y 57.

878. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 69.

880. **Correcto.** Generalmente no se menciona la tensión de trabajo. Aunque puede tener importancia, en ciertos casos, la tensión que puede soportar con respecto a masa. Vea la Pág. 79.

886. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a leer la Pág. 37.

892. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 85.

897. **Correcto.** Esto no es verdad, tal como aprendió en la Pág. 43.

900

900. **Equivocado.** Esta pregunta es un ejemplo de aplicación de la ley de Ohm. Si lo necesita, vea el Volumen 2 de *Electricidad Básica.*

903. **Correcto.** Esto no es cierto. Compruébelo en la Pág. 42.

906. **Equivocado.** No debe confundir valor eficaz con valor medio. En el Volumen 3 de *Electricidad Básica* puede repasar el tema.

922. **Equivocado.** Las fuentes de alimentación cuya tensión de salida es del orden de 600 volts, emplean condensadores de *papel.* Vuelva a estudiar las Págs. 71 y 72.

924. **Equivocado.** Esta sería la salida de un rectificador de onda completa. Piense antes de estudiar de nuevo la Pág. 31.

926. **Correcto.** La resistencia de drenaje se conecta en paralelo con la salida y no tiene por qué limitar la corriente útil. Vea la Pág. 85.

932. **Correcto.** Lo estudió en la Pág. 45.

937. **Correcto.** Fácil pero ilustrativo sobre la desventaja principal del filtro RC. Vea la Pág. 77.

938. **Equivocado.** No es el principal objeto de conectar este condensador. Vuelva a estudiar la Pág. 112.

940. **Correcto.** Compruébelo en la Pág. 106.

945. **Equivocado.** Vuelva a estudiar la Pág. 75.

948. **Equivocado.** Trate de recordar el esquema del circuito. Vea la Pág. 60.

953. **Equivocado.** El filtro por resistencia-capacidad es indudablemente el más barato. Vuelva a estudiar la Pág. 76.

957. **Correcto.** Es importante comprender el funcionamiento del doble diodo. Fíjese bien en la Pág. 42, en especial la última parte.

962. **Correcto.** No es difícil, pero importante. Compruébelo en las Págs. 65 y 66.

965. **No.** Esta proposición es cierta. Estudie otra vez la Pág. 95 y fíjese en el dibujo.

967. **Equivocado.** Si no se confundió, estudie atentamente las Págs. 28 y 29.

972. **No.** Este dato casi nunca se menciona. Vuelva a estudiar la Pág. 79.

976. **Equivocado.** Es cierto en parte para el diodo. Y nunca puede ser el verdadero motivo de su empleo en un circuito rectificador. Estudie de nuevo las Págs. 38 a 40.

977. **Equivocado.** Los rectificadores metálicos son de *poco* tamaño y pueden conducir corrientes *intensas*. Estudie otra vez la Pág. 107.

980. **Equivocado.** Es un tema importante. Piense antes de releer la Pág. 22.

985. **Equivocado.** No se puede usar transformador en una fuente universal. Estudie la Pág. 105 y prueba otra vez.

987. **Equivocado.** Piense antes de volver a estudiar la Pág. 67.

992. **No.** Esta proposición es cierta. Vuelva a estudiar la Pág. 49.

999. **Correcto.** Es una ventaja importante del filtro con entrada por choke. Compruébelo en la Pág. 81.

TARJETAS DE RESPUESTAS TRAINER - TESTER®

CON

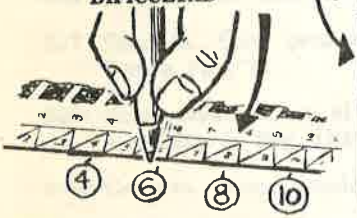
- **SISTEMA DE PUNTUACION** para exámenes cortos y frecuentes
- **IDENTIFICACION DEL TEMA DE DIFICULTAD** para su análisis inmediato

EJEMPLO DEL USO DE LA AUTOPUNTUACION PARA UN EXAMEN DE 10 PREGUNTAS

TEMAS DE DIFICULTAD (LOS QUE NECESITARON MAS DE UNA BORRADURA) Y QUE RECIBEN MENOS DE 3 PUNTOS

PUNTUACION HECHA POR LOS ESTUDIANTES. *NO* POR LOS PROFESORES

Marcas hechas por los estudiantes en el filo de la tarjeta que identifican a los TEMAS DE DIFICULTAD



LAS TARJETAS DE RESPUESTAS AL APILARSE MUESTRAN UN *ANALISIS GRAFICO INMEDIATO*

VISTA DE LOS FILOS DE LAS TARJETAS APILADAS

COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S. A.

NOMBRE Jorge López CORRECTAS 23/30 INCORRECTAS

CLASE/CURSO PSYCH. 101 PRUEBA NUM 4-2 CALIFICACION C-

FECHA 8/11/70 TIEMPO 9:00-9:20 TEMAS QUE SE DIFICULTARON 4-6-8-10

Juego de Autopuntuación — Patentado - VVN&H - Marca Industrial ® TRAINER-TESTER* — Tarjeta de Respuestas

Instrucciones. Forma Alfa-Numérica de Respuestas. Borre el óvalo en donde crea que está la respuesta correcta (A, B, C o D). De preferencia use una goma para lápiz suave, con la punta razonablemente aguda. "T" significa "Correcta", cualquier otra letra quiere decir "Equivocada". Si al primer intento no descubre la "T" encontrará un número de 3 dígitos que le remitirá a la hoja de respuestas; puede continuar borrando hasta encontrar la "T", pero recuerde que su calificación baja; borre lo menos posible.

Temas de dificultad

PREG NUM UNIDAD	RESPUESTAS INSTRUCCION CORRECTIVA (a)	(b)	(c)	(d)	PUNTUACION	PREG NUM UNIDAD	RESPUESTAS INSTRUCCION CORRECTIVA (a)	(b)	(c)	(d)	PUNTUACION
1	T				3	21					
2				T	3	22					
3		T			3	23					
4			L	T	2	24					
5	T				3	25					
6		L	T	H	1	26					
7			T		3	27					
8	T	H	E		1	28					
9	T				3	29					
10		E	L	T	1	30					
11						31					
12						32					
13						33					
14						34					
15						35					
16						36					
17						37					
18						38					
19						39					
20					23	40					

© Copyright 1966/67-1971 por Van Valkenburgh, Nooger & Neville, Inc., 15 Maiden Lane, New York, N. Y., 10038; U.S.A. Reservados todos los derechos. Impreso en México, noviembre de 1971.
* Patentes Estadounidenses: 2 764 821; 2 961 777; 2 986 820; 3 055 117. Patentes en otros países concedidas y en trámite. Marcas registradas en Estados Unidos de Norteamérica (Nos. 625 025 y 721 354) y en otros países.

T-T No. M1

T-T AS-5X a

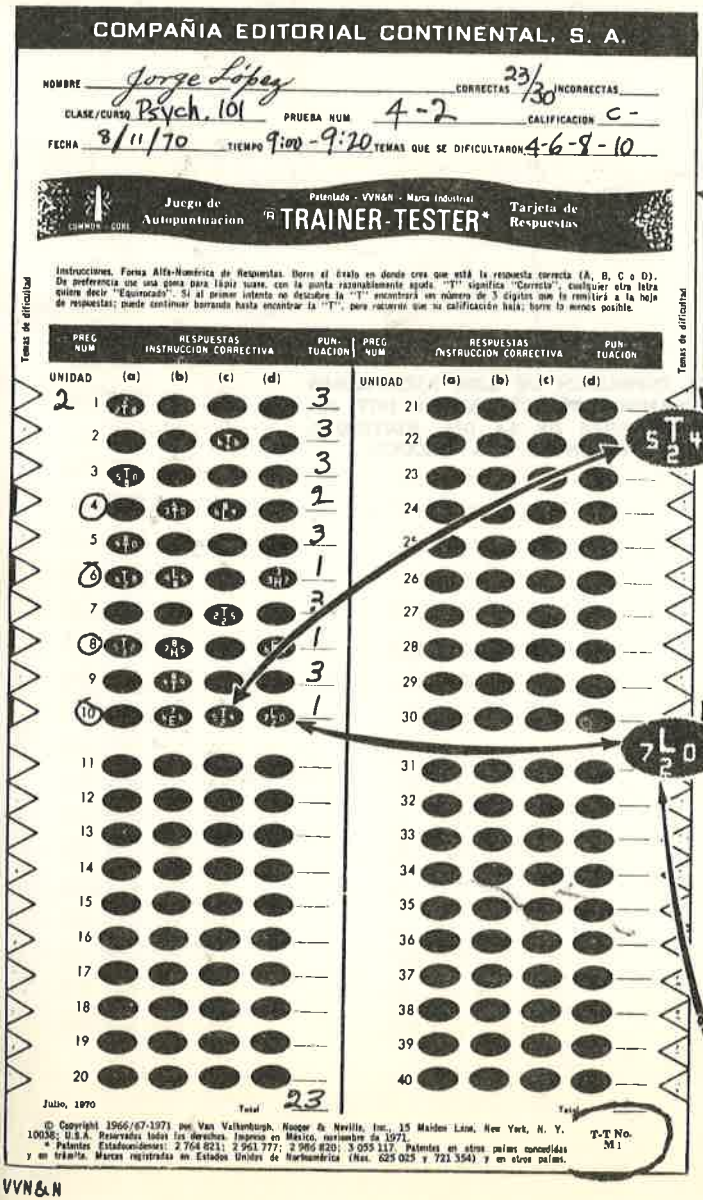
VVN&H

TARJETAS DE RESPUESTA TRAINER - TESTER®

RESPUESTA COMBINADA ALFA - NUMERICA PARA REPASO CORRECTIVO

siempre y cuando se necesite

Con un sistema de autopuntuación y de identificación de los TEMAS DE DIFICULTAD



COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S. A.

NOMBRE Jorge López CORRECTAS 23/30 INCORRECTAS
CLASE/CURSO Psych. 101 PRUEBA NUM 4-2 CALIFICACION C-
FECHA 8/11/70 TIEMPO 9:00-9:20 TEMAS QUE SE DIFICULTARON 4-6-8-10

Juego de Autopuntuación — Patentado - VVN&N - Marca Industrial — TRAINER-TESTER* — Tarjeta de Respuestas

Instrucciones. Forma Alfa-Numérica de Respuestas. Borre el óvalo en donde crea que está la respuesta correcta (A, B, C o D). De preferencia use una goma para lápiz suave, con la punta razonablemente aguda. "T" significa "Correcta", cualquier otra letra quiere decir "Equivocado". Si al primer intento no descubre la "T" encontrará un número de 3 dígitos que le remitirá a la hoja de respuestas; puede continuar borrando hasta encontrar la "T", pero recuerde que su calificación baja; borre lo menos posible.

Temas de dificultad

PREG NUM	RESPUESTAS INSTRUCCION CORRECTIVA (a)	(b)	(c)	(d)	PUNTUACION	PREG NUM	RESPUESTAS INSTRUCCION CORRECTIVA (a)	(b)	(c)	(d)	PUNTUACION
UNIDAD 2 1	4 F				3	21					
2		4 H			3	22					
3	5 T 0				3	23					
4		3 F	4 L		2	24					
5	4 F				3	25					
6	4 G	4 H		3 H	1	26					
7			2 T 5		3	27					
8	4 F	2 H 5		4 G	1	28					
9		4 H			3	29					
10		3 E	4 L	4 F	1	30					
11						31					
12						32					
13						33					
14						34					
15						35					
16						36					
17						37					
18						38					
19						39					
20						40					
Julio, 1970					Total 23						Total

5 T 2 4

7 L 2 0

© Copyright 1966/67-1971 por Van Valkenburgh, Nooger & Neville, Inc., 15 Maiden Lane, New York, N. Y. 10038; U.S.A. Reservados todos los derechos. Impreso en México, noviembre de 1971.
* Patentes Estadounidenses: 2 764 821; 2 961 777; 2 986 820; 3 055 117. Patentes en otros países concedidas y en trámite. Marcas registradas en Estados Unidos de Norteamérica (Nos. 625 025 y 721 354) y en otros países.

T-T No. M1

VVN&N

FORM T-TAS-6X

EJEMPLO DEL USO DE LA FORMA DE RESPUESTA ALFA-NUMERICA PARA REPASO CORRECTIVO EN LA INSTRUCCION INDIVIDUALIZADA

COMBINACION ALFA-NUMERICA

Modelo de respuestas variables (H, E, T, L) junto con el sistema de números al azar para repaso correctivo

DESIGNACION DE LA RESPUESTA CORRECTA

Para este ejercicio en particular se ha designado la letra "T" para la respuesta correcta para conocimiento inmediato de los resultados. Todas las demás letras significan "equivocado".

FORMA DE RESPUESTA ALFABETICA

Al borrar la respuesta elegida (10d), la respuesta alfabética "L" indica de inmediato al estudiante que está equivocado".

FORMA DE RESPUESTA ALFA-NUMERICA

En este punto, si se desea, el "720", un número al azar, puede utilizarse como acceso controlado al repaso correctivo, que puede conducir a:

- Una referencia específica del texto, Pág. 17 del Suplemento de Autopuntuación.
- Relacionarlo con otras porciones del programa
- Etc. Cualquier otra cosa que se desee.

FORMA DE RESPUESTA NUMERICA

ESTA IMPRESION DE 6,000 EJEMPLARES
SE TERMINO EN OCTUBRE DE 1977, EN
LOS TALLERES DE LA CIA. EDITORIAL
CONTINENTAL, S. A., MEXICO

ELECTRONICA BASICA

En los seis volúmenes de que consta la serie ELECTRONICA BASICA se ha aplicado un nuevo método de educación visual para aprender por medio de la imagen. En cada página se desarrolla una idea completa con su interpretación gráfica correspondiente, ambas expresadas con la mayor claridad posible.

El original de estos cursos fue desarrollado a solicitud de la Armada de los Estados Unidos, por una firma neoyorquina de asesores de educación técnica y, por su gran valor didáctico, pronto se convirtieron estos cursos en texto estándar para este cuerpo en muchas instituciones de educación técnica vocacional en todo el mundo.

En la presente edición de esta serie, lo mismo que en la serie de ELECTRICIDAD BASICA, se ha agregado un nuevo método de pruebas individualizado. Lo anterior es en forma de un juego en el que se aprende, el cual incorpora la TARJETA DE RESPUESTAS TRAINER-TESTER y el sistema de AUTOPUNTUACION.

La incorporación de esta idea, de que el aprendizaje puede ser divertido, ha elevado el potencial educativo de la serie debido a la posibilidad de establecer competencias entre jugadores individuales (estudiantes) y entre clases, con el fin de aumentar el interés por lograr mejores puntuaciones... y mejores puntuaciones significa mejor aprendizaje.

POR VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE, INC.

1 ELECTRONICA BASICA

CECSA